

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA JANAÍNA OLIVEIRA GOMES DA COSTA

AVALIAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DE PINHÃO (SEMENTES DE *Araucaria angustifolia*) NATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ E SEU USO EM UM PRODUTO ALIMENTÍCIO

CURITIBA

2014

FERNANDA JANAÍNA OLIVEIRA GOMES DA COSTA

AVALIAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DE PINHÃO (SEMENTES DE *Araucaria angustifolia*) NATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ E SEU USO EM UM PRODUTO ALIMENTÍCIO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nina Waszczynskyj

Coorientadora: Dr^a. Rossana Catie Bueno de Godoy

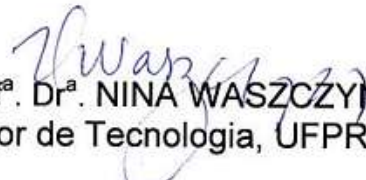
CURITIBA

2014


FERNANDA JANAÍNA OLIVEIRA GOMES DA COSTA

AVALIAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DE PINHÃO (sementes de *Araucaria angustifolia*) NATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ E SEU USO EM UM PRODUTO ALIMENTÍCIO

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:


Orientadora: Prof^a. Dr^a. NINA WASZCZYNSKYJ
Setor de Tecnologia, UFPR


Prof. Dr. GILBERT BANNACH
Faculdade de Ciências de Bauru, UNESP


Prof. Dr. EGON SCHNITZLER
Setor de Ciências Exatas e Naturais, UEPG


Prof^a. Dr^a. MICHELE RIGON SPIER
Setor de Tecnologia, UFPR


Prof^a. Dr^a. MARIA LUCIA MASSON
Setor de Tecnologia, UFPR

Curitiba, 19 de maio de 2014.

C837a Costa, Fernanda Janaina Oliveira Gomes da
Avaliação, caracterização de pinhão (sementes de *Araucaria angustifolia*)
nativas do estado do Paraná e seu uso em um produto alimentício / Fernanda
Janaina Oliveira Gomes da Costa. – Curitiba, 2014.
143f. : il. color. ; 30 cm.

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de
Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, 2014.

Orientador: Nina Waszczynskyj – Coorientador: Rossana Catie Bueno de
Godoy.

Bibliografia: p. 135-136.

1. Pinhão. 2. *Araucaria angustifolia* - Paraná. 3. Amido. 4. Germoplasma
vegetal - Recursos. 5. Alimentos - Análise. I. Universidade Federal do
Paraná. II. Waszczynskyj, Nina III. Godoy, Rossana Catie Bueno de. IV.
Título.

CDD: 664.804987

Dedico a meus pais, marido, familiares, amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

Início os agradecimentos aos meus pais, Maria Alice Moraes Oliveira Gomes da Costa e Fernando Aparecido Gomes da Costa por, além de me oferecerem a oportunidade de estudar, sempre estiveram ao meu lado me apoiando e incentivando. Muito obrigada!

Ao Jefferson Toniolo dos Santos, pelo estímulo, apoio, paciência e compreensão durante o tempo em que me dediquei à elaboração desta tese.

Às minhas irmãs de coração Maryellen Ribas e Francikelly Ribas pelo carinho e lar em Curitiba.

À Professora Doutora Nina Waszczynskyj, minha orientadora, sempre querida, amiga e compreensiva, pela confiança e oportunidade de aprendizado.

Ao Professor Doutor Egon Schinitzler, meu eterno orientador, o qual sempre me incentivou e apoiou desde a Iniciação Científica com seus conhecimentos e amizade.

À Dr^a Rossana Catie Bueno de Godoy pela co-orientação e apoio na realização deste trabalho.

À querida amiga Aline Alberti que me acompanhou em mais uma jornada.

À Carolina Lopes Leivas pela imensa ajuda na realização dos experimentos, além do acolhimento fraterno em sua casa.

Ao Tiago Colman pela ajuda nas análises térmicas.

Às amigas Dayse Bartolomeu, Carolina Leivas, Ana Mery de Oliveira, Mariana Egea, Elaine Kiatkoski e Silvana Licodiedoff por todos os momentos de trabalho e diversão.

A todos os professores, alunos e colaboradores da Universidade Federal do Paraná, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Universidade Positivo e Universidade Federal de Lavras que cederam equipamentos ou de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, com destaque aos Laboratórios do Departamento de Engenharia de Alimentos e o Complexo de Laboratórios Multiusuários (C-LABMU).

À Granolab pela realização das análises reológicas das farinhas.

À EMBRAPA por ceder as amostras de pinhão.

À CAPES pela bolsa de estudo concedida.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta tese.

*“Lua de prata no céu
e o brilho das estrelas no chão”
(Menueto)*

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram estudar o amido de pinhões de diferentes procedências, avaliar a influencia do armazenamento nas características físico-químicas das sementes, caracterizar as farinhas mistas de trigo e pinhão e elaborar pães com diferentes proporções de farinha de pinhão. Os amidos foram extraídos de diferentes acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Araucária (Colombo –PR) os quais foram avaliados através dos parâmetros de análises térmicas, microscopia de força atômica, raios X e propriedades de pasta. O estudo do armazenamento consistiu de tratamentos refrigerados e mantidos em temperatura ambiente utilizando embalagens de polietileno e de estopa. A farinha de pinhão foi caracterizada quanto à estabilidade, extensibilidade, força, tempo de desenvolvimento da massa, tenacidade e índice de tolerância à mistura. Para a elaboração dos pães utilizou-se farinha de pinhão em proporções que variaram de 5 % a 25 %. Os amidos de pinhão apresentaram um comportamento contrastante e diferente entre si, tal fato evidencia que provavelmente existe uma diferença genética entre os acessos, uma vez que a coleta das amostras ocorreu no mesmo período e fatores como diferentes condições climáticas e solo não existiram. Diante dos estudos sobre a conservação dos pinhões pode-se afirmar que a comercialização de pinhões mantidos sob refrigeração é viável em embalagem de polietileno durante 90 dias. As farinhas mistas apresentaram redução de estabilidade, extensibilidade, força e tempo de desenvolvimento da massa e aumento da tenacidade e do índice de tolerância à mistura. As formulações dos pães elaborados com farinhas mistas apresentaram boas características para o processamento, no entanto, a incorporação de farinha de pinhão promoveu uma diminuição da qualidade sensorial dos pães sendo que as formulações com menor percentual de substituição foram as mais aceitas e possuem potencial de comercialização.

Palavras-chave: Pinhão; *Araucaria angustifolia*; Amido; Banco de Germoplasma; Análise térmica; Análise sensorial.

ABSTRACT

The objectives of this work were to study the *pinhão* starch of different origins, evaluate the influence of storage on the physicochemical characteristics of seeds, characterize the mixed flours of wheat and *pinhão*, and prepare breads with different levels of *pinhão* flour. The starches were extracted from different access of Active Germplasm Bank of Araucaria (Colombo –PR) which was evaluated by parameters of thermal analysis, atomic force microscopy, X-ray and paste properties. The study consisted of refrigerated storage treatments and kept at room temperature using polyethylene and burlap bags. *Pinhão* flour was characterized for stability, extensibility, strength, dough development time, tenacity and mixing tolerance index. For the preparation of the bread was used *pinhão* flour in proportions ranging from 5% to 25%. The *pinhão* starches showed a contrasting and different behavior between themselves, this fact demonstrates that there is probably a genetic difference between the approaches, since the collection of the samples occurred in the same period and different factors such as climate and soil conditions did not exist. Considering the studies about the conservation of *pinhões* it can be affirmed that the marketing of *pinhões* maintained under refrigeration is viable in polyethylene bags by 90 days. The mixing flour showed a reduction of stability, extensibility, strength and dough development time and increase in tenacity and mixing tolerance index. The formulations of breads made with mixed flours showed good characteristics for processing, however, the incorporation of *pinhão* flour promoted a decrease in sensory quality of bread being that formulations with a lower percentage of substitution were the most accepted and have potential for commercialization.

Keywords: *Pinhão*; *Araucaria angustifolia*; Starch; Germoplasm bank; Thermal Analysis; Sensory Analysis.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1: <i>Araucaria angustifolia</i>	24
Figura 2: Floresta com Araucária.	24
Figura 3: Pinhas de <i>Araucaria angustifolia</i>	26
Figura 4: Estádios de desenvolvimento do pinhão.	26
Figura 5: Seção transversal do pinhão.....	27
Figura 6: Estrutura da amilose.	32
Figura 7: Estrutura da amilopectina.....	33
Figura 8: Grânulos de amido de batata (a), mandioca (b) e pinhão (c) aumento de 1000 vezes.	34
Figura 9: Tipos de cristalinidade de amidos.	35
Figura 10: Difratoograma de raios X para o amido de pinhão.....	35

CAPÍTULO 2

Figura 1: Parâmetros para o cálculo da cristalinidade.....	58
Figura 2: Curvas TG-DTA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	63
Figura 3: Curvas DSC das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	65
Figura 4: Curvas RVA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	67
Figura 5: Difratoogramas das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	68
Figura 6: Microimagens das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	69

CAPÍTULO 3

Figura 1: Correlações do efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas dos pinhões: (A) Firmeza; (B) Atividade de água; (C) Perda de massa; (D) Teor de umidade.....	86
Figura 2: Correlações do efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas dos pinhões: (A) pH; (B) Teor de açúcares; (C) Teor de amido; (D) Avariados.....	88
Figura 3: Correlações do efeito do armazenamento nos parâmetros de cor dos pinhões: (A) Luminosidade da casca; (B) a^* da casca; (C) b^* da casca; (D) Luminosidade da amêndoa; (E) a^* da amêndoa; (F) b^* da amêndoa.	90

CAPÍTULO 4

Figura 1: Composição centesimal das farinhas: farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25).	106
Figura 2: Características farinográficas das farinhas: farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25) (FT).....	109
Figura 3: Características alveográficas das farinhas: farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25) (FT).....	111

CAPÍTULO 5

Figura 1: Apresentação dos pães fatiados da formulação controle (FC) e das formulações com farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25).	126
Figura 2: Faixa etária dos consumidores.....	129
Figura 3: Nível de instrução dos consumidores.....	130
Figura 4: Tipos de pães mais consumidos.	130
Figura 5: Frequência do consumo de pães.	131
Figura 6: Intenção de compra dos pães.	133

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1: Composição centesimal do pinhão.	28
Tabela 2: Utilização industrial do amido	31
Tabela 3: Temperaturas de gelatinização do amido de diferentes fontes botânicas	37
Tabela 4: Relação dos métodos sensoriais com os testes a serem aplicados.	41

CAPÍTULO 2

Tabela 1: Composição centesimal das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	60
Tabela 2: Teores de amilose e amilopectina das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	61
Tabela 3: Resultados das curvas TG-DTA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	64
Tabela 4: Resultados das curvas DSC das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	66
Tabela 5: Resultados das curvas RVA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	67
Tabela 6: Grau de cristalinidade relativas das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	69
Tabela 7: Resultados da NC-MFA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.	70

CAPÍTULO 3

Tabela 1: Composição centesimal das amostras de pinhão nos diferentes tratamentos.	84
--	----

CAPÍTULO 4

Tabela 1: Distribuição granulométrica das farinhas mistas de trigo e de pinhão. ...	104
Tabela 2: Coordenadas de cromaticidade L^* a^* b^* da farinhas de trigo, de pinhão e mistas.	105
Tabela 3: Composição centesimal das farinhas de trigo, de pinhão e mistas.	107
Tabela 4: Características farinográficas das farinhas.	109
Tabela 5: Características alveográficas das farinhas.	112
Tabela 6: Número de queda das farinhas.	113

CAPÍTULO 5

Tabela 1: Formulação base para a produção dos pães.	122
Tabela 2: Coordenadas de cromaticidade L^* a^* b^* da crosta e miolo dos pães.	126
Tabela 3: Volume específico dos pães elaborados com farinha de trigo e substituição parcial de farinha de trigo pela farinha de pinhão.	128

Tabela 4: Firmeza dos pães elaborados com farinha de trigo e substituição parcial de farinha de trigo pela farinha de pinhão.....	129
Tabela 5: Médias obtidas com o teste de aceitação em relação à cor, sabor, textura e aceitação global dos pães elaborados com farinha de trigo e substituição parcial de farinha de trigo pela farinha de pinhão.	131

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	16
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 JUSTIFICATIVA	18
REFERENCIAS.....	19
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	21
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
1.1 CONÍFERAS	22
1.1.1 <i>Araucaceae</i>	22
1.1.2 <i>Araucaria angustifolia</i>	23
1.1.3 Florestas de Araucária e a Extinção	24
1.1.4 Características morfológicas.....	25
1.2 PINHÃO	26
1.2.1 Aspectos culturais, sociais e econômicos	28
1.2.2 Mudanças durante o armazenamento	29
1.3 O AMIDO	31
1.3.1 Estrutura Química	32
1.3.1.1 Amilose.....	32
1.3.1.2 Amilopectina	33
1.3.1.3 Propriedades Morfológicas dos Grânulos de Amido.....	33
1.3.1.4 Difração de Raios X.....	34
1.3.1.5 Microscopia de força atômica método de não contato.....	36
1.3.1.6 Propriedades Reológicas.....	36
1.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	38
1.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS FARINHAS	39
1.5.1 Farinografia.....	39
1.5.2 Alveografia.....	40
1.5.3 Número de Queda	40
1.6 ANÁLISE SENSORIAL	40
1.6.1 Teste de aceitação.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DOS AMIDOS NATIVOS DE DIFERENTES ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA DE ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA.....	50
RESUMO.....	51
ABSTRACT.....	52
1 INTRODUÇÃO.....	53
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.1 MATÉRIA PRIMA	55
2.1.1 Extração do Amido	55
2.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS AMIDOS DE PINHÃO.....	56
2.3 DETERMINAÇÃO DE AMIOLOSE E AMILOPECTINA.....	56
2.4 ANÁLISES TÉRMICAS.....	56
2.4.1 Termogravimetria e Análise Térmica Diferencial	56
2.4.2 Calorimetria Exploratória Diferencial	57
2.5 PROPRIEDADES DE PASTA	57
2.6 DIFRATOMETRIA DE RAIOS X.....	58
2.7 MICROSCOPIA DE FORÇA ATÔMICA MÉTODO DE NÃO CONTATO (NC-MFA)	59
2.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	59
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS AMIDOS DE PINHÃO.....	60
3.2 DETERMINAÇÃO DE AMIOLOSE E AMILOPECTINA.....	61
3.3 ANÁLISES TÉRMICAS.....	62
3.3.1 Termogravimetria e Análise Térmica Diferencial	62
3.3.2 Calorimetria Exploratória Diferencial	65
3.4 PROPRIEDADES DE PASTA	66
3.5 DIFRATOMETRIA DE RAIOS X.....	68
3.6 MICROSCOPIA DE FORÇA ATÔMICA MÉTODO DE NÃO CONTATO (NC-MFA).....	69
4 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	72
 CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS REFRIGERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE PINHÕES (SEMENTES DE ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA).....	 75
RESUMO.....	76
ABSTRACT.....	77
1 INTRODUÇÃO.....	78
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	80
2.1 MATÉRIA-PRIMA	80
2.2 METODOLOGIA.....	80
2.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	81

2.4 EFEITO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	81
2.4.1 Umidade.....	81
2.4.2 Atividade de Água.....	81
2.4.3 Perda de Massa.....	81
2.4.4 Textura.....	81
2.4.5 Cor da Casca e Amêndoa	82
2.4.6 Análise de pH	82
2.4.7 Teor de Açúcares	83
2.4.8 Teor de Amido	83
2.4.9 Teor de Avariados	83
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	83
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	84
3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS AMOSTRAS DE PINHÃO	84
3.2 EFEITO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	86
4 CONCLUSÃO.....	92
REFERÊNCIAS.....	93

CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO (SEMENTE DE <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i>).	96
RESUMO.....	97
ABSTRACT.....	98
1 INTRODUÇÃO.....	99
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	101
2.1 MATÉRIAS-PRIMAS E FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO	101
2.2 ANÁLISE FÍSICA DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO	101
2.2.1 Granulometria das Farinhas Mistas	101
2.2.2 Cor das Farinhas Mistas	101
2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO.....	102
2.3.1 Composição Centesimal.....	102
2.4 ANÁLISES REOLÓGICAS DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO ..	102
2.4.1 Farinografia.	102
2.4.2 Alveografia.....	102
2.4.3 Número de Queda	102
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	103
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	104
3.1 GRANULOMETRIA DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO	104
3.2 COR DAS FARINHAS MISTAS.....	105
3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FARINHAS.....	106

3.4 ANÁLISES REOLÓGICAS DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO ..	109
3.4.1 Estabilidade e Índice de Tolerância à Mistura	109
3.4.2 Força e Extensibilidade	111
3.4.3 Número de Queda	112
4 CONCLUSÃO.....	114
REFERÊNCIAS.....	115

CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO DO EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÕES (SEMENTES DE ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA) NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSORIAIS DE PÃES.....	117
RESUMO.....	118
ABSTRACT.....	119
1 INTRODUÇÃO... ..	120
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	122
2.1 MATÉRIAS-PRIMAS	122
2.2 PRODUÇÃO DOS PÃES	122
2.3 ANÁLISES FÍSICAS DOS PÃES.....	123
2.3.1 Cor da Casca e Miolo	123
2.3.2 Volume Específico.....	123
2.3.3 Firmeza dos Pães	123
2.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	124
2.4.1 Recrutamento dos Julgadores.....	124
2.4.2 Seleção dos Julgadores	124
2.4.3 Avaliação Sensorial das Formulações de Pães	124
2.4.4 Teste de Aceitação.....	125
2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	125
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	126
3.1 ANÁLISES FÍSICAS DOS PÃES.....	126
3.1.1 Cor da Crosta e Miolo.....	126
3.1.2 Volume Específico.....	127
3.1.3 Firmeza dos Pães	128
3.2 ANÁLISE SENSORIAL.....	129
3.2.1 Perfil do Consumidor.....	129
3.2.2 Teste de Aceitação.....	131
3.2.3 Intenção de Compra	133
4 CONCLUSÃO.....	134
REFERÊNCIAS.....	135

APÊNDICES.....	137
APÊNDICE 1 - RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E DE COR DAS AMOSTRAS DE PINHÃO ARMAZENADOS	138
APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	140
APÊNDICE 3 – TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA DE PÃES PRODUZIDOS COM FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO.....	142

1 INTRODUÇÃO GERAL

A *Araucaria angustifolia* é uma conífera que pode ser encontrada nos estados do sul do Brasil, assim como na Argentina, Chile e Paraguai. No Brasil, esta árvore recebe diversas denominações, sendo a mais popular “Pinheiro do Paraná” e a nomenclatura se deve a sua maior incidência no Estado do Paraná. Esta árvore não possui apenas valor comercial, mas também cultural uma vez que faz parte da tradição do povo, tanto nas histórias populares quanto na culinária (BITTENCOURT et. al. 2004).

As sementes desta conífera são conhecidas como pinhões e estas possuem um valor nutricional considerável, com grandes quantidades de carboidratos, principalmente o amido (CORDENUNSI et al., 2004). Os pinhões são muito apreciados na forma assada ou cozida, existindo ainda outras possibilidades culinárias ainda pouco exploradas, mas difundidas no cotidiano do povo do sul (GODOY et al., 2013).

Apesar de sua importância, a *Araucaria angustifolia* é uma espécie criticamente ameaçada de extinção, devido principalmente à devastação sofrida no final do século XIX, relacionada ao alto valor de sua madeira, a falta de gestão ambiental contra a exploração e ao mecanismo reprodutivo longo e delicado dessa espécie, o que torna a sua regeneração natural difícil (KUHN; MARIATH, 2014).

Poucos estudos vêm sendo realizados visando elucidar as propriedades e aplicações das suas sementes. No entanto estes trabalhos são de grande importância não só ao meio ambiente, mas também a comunidade científica, indústrias, e para a sociedade em geral, que desejam maior qualidade dos produtos consumidos e melhor qualidade de vida além do apreço pelo pinhão.

Pretende-se com este estudo melhorar a exploração dos recursos naturais e aumentar o interesse na preservação da espécie, através da investigação das modificações nos diferentes estádios de maturação dos pinhões durante o armazenamento e caracterização do amido de diferentes variedades de pinhão nativas do Estado do Paraná. E também, elaborar produtos de panificação desenvolvidos a partir das sementes de pinhão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar o amido de pinhões (sementes de *Araucaria angustifolia*) de diferentes procedências, avaliar a influência do armazenamento nas características físico-químicas das sementes, caracterizar as farinhas mistas de trigo e pinhão e elaborar pães com diferentes proporções de farinha de pinhão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e caracterizar, através de um estudo das propriedades físico-químicas térmicas, morfológicas e reológicas, o amido nativo de pinhão extraído de quatro acessos do Banco de Germoplasma de *Araucaria angustifolia* da EMBRAPA Florestas – Colombo PR;
- Avaliar as alterações físico-químicas de pinhões com rastreabilidade de origem, simulando as condições de armazenamento adotadas pelos consumidores;
- Determinar o efeito da mistura de farinha de trigo e farinha de pinhão nas características físico-químicas e reológicas da massa para aplicação em produtos de panificação. Caracterizar a composição físico-química de pães elaborados com diferentes níveis de farinha de pinhão.
- Avaliar o efeito da utilização de farinhas mistas de trigo e pinhão nas características físicas e sensoriais de pães em comparação com a formulação tradicional, avaliando também seu impacto sobre a aceitação e a intenção de compra pelo consumidor.

3 JUSTIFICATIVA

A conífera (*Araucaria angustifolia*), popularmente conhecida como Pinheiro do Paraná, pertencente ao grupo das Araucárias é uma árvore originária da América do Sul e pode ser encontrada nas florestas do Brasil, Argentina, Chile e Paraguai. Sua semente é denominada de pinhão e possui grande importância nutricional, uma vez que é uma fonte amilácea e faz parte da alimentação humana e animal (BICUDO et al., 2009; CONFORTI e LUPANO, 2007; HENRÍQUEZ et al., 2008; THYS et al., 2010).

Alguns estudos sobre a *Araucaria angustifolia* podem ser encontrados relatando as propriedades de germinação, físico-químicas, nutricionais e caracterização dos amidos nativos e modificados das sementes (BELLO-PÉREZ et al., 2006; BICUDO et al., 2009; CONFORTI; LUPANO, 2007; HENRÍQUEZ et al., 2008; STAHL et al., 2007). Outros estudos reportam o processamento das sementes, tais como cozimento e elaboração de farinhas e suflês. Nestes produtos, então, são monitoradas a vida de prateleira, alterações durante o armazenamento controlado e isothermas de sorção (CAPELLA; PENTEADO; BALBI, 2010; CONFORTI; LUPANO, 2007; THYS, 2010).

A forma mais segura de garantir a preservação da Araucaria, símbolo do Paraná, é a exploração econômica de seus produtos não madeiráveis, dentre eles o pinhão. Desta forma o pinheiro vai valer muito mais em pé do que deitado (ZANETTE, 2012).

Devido à escassez de estudos relacionados ao pinhão faz-se necessário uma contribuição no conhecimento relacionado às propriedades dos amidos de sementes regionais, assim como uma investigação das características físico-químicas e do teor de amido durante a maturação das sementes de pinhão em condições ambientais e sob diferentes técnicas de armazenamento destas.

O estudo dos pinhões visa à geração e a difusão de tecnologias de aplicação dessas sementes em alimentos, oferecendo subsídios para aumentar a produtividade e/ou reduzir os custos de produção. Neste sentido, buscar-se-á abordar o nível tecnológico da utilização do pinhão através da obtenção de produtos, assim como o estudo de suas características sensoriais.

REFERÊNCIAS

BELLO-PÉREZ, L. A.; GARCÍA-SUÁREZ, F. J.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M.; CORDENUSI, B. R. Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: a novel starch for application in food industry. **Sarch/Stärke**, v.58, p. 283 – 291, 2006.

BICUDO, S. C. W.; DEMIATE, I. M.; BANNACH, G.; LACERDA, L. G.; CARVALHO FILHO, M. A. S.; IONASHIRO, M.; SCHNITZLER, E. Thermoanalytical study and characterization of native starches of Paraná pine seeds (*Araucaria angustifolia*, Bert O. Ktze) and European chestnut seeds (*Castanea sativa*, Mill). **Eclética Química**, v.34, n. 1, p. 7-12, 2009.

BITTENCOURT, J. V. M.; HIGA, A. H.; MAZZA, M. C. ; RUAS, P. M.; CACCAVARI, M.; FASSOLA, H. **Conservation, management and sustainable use of *Araucaria angustifolia* genetic resources in Brazil**, in: B. Vincenti, W. Amaral, B. Meilleur (Ed.), Challenges in Managing Forest Genetic Resource for Livelihoods: Examples from Argentina and Brazil, IPGRI, Roma, 2004, pp. 133–148.

CAPELLA, A. C. V.; PENTEADO, P. T. P. S.; BALBI, M. E. Semente de *Araucaria angustifolia*: aspectos morfológicos e composição química da farinha. **Boletim CEPPA**, v. 27, n. 1, p. 135-142, 2010.

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Starch Characterisation of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* Seeds. **Sarch/Stärke**, v.59, p. 284 – 289, 2007.

CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, 2004.

GODOY, R. C. B. de; NEGRE, M. de F. de O.; MENDES, L. M.; SIQUEIRA, G. L. de A.; HELM, C. V. **O pinhão na culinária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 137p.

HENRÍQUEZ, C.; ESCOBAR, B.; FIGUEROLA, F.; CHIFFELLE, I.; SPEISKY, H.; ESTÉVEZ, A. M. Characterization of piñon seed (*Araucaria araucana* (Mol) K. Koch) and the isolated starch from the seed. **Food Chemistry**, v. 107, p. 592 – 601, 2008.

KUHN, S. A.; MARIATH, J. E. A. Reproductive biology of the “Brazilian pine” (*Araucaria angustifolia* – Araucariaceae): Development of microspores and microgametophytes. **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 209, n. 5–6, p. 290-298, 2014.

STAHL, J. A. LOBATO, L. P.; BOCHI, V. C.; KUBOTA, E. H. GUTKOSKI, L. C.; EMANUELLI, T. Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia* Bert, O. Ktze) starch phosphates. **Lebensmittel-wissenschaft & Technologie**, v. 40, p. 1206-1214, 2007.

THYS, R. C. S.; NOREÑA, C. P. Z.; MARCZAK, L. D. F.; AIRES, A. G.; CLADERA-OLIVERA, F. Adsorption isotherms of pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds) starch and thermodynamic analysis. **Journal of Food Engineering**, v.100, p. 468-473, 2010.

ZANETTE, F. **Como plantar Araucária para produzir pinhões**. Disponível em :<
<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2012/03/Como-plantar-Arauc%C3%A1rias-para-produzir-pinh%C3%B5es.pdf>>. Acesso em: 27/04/2014.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 CONÍFERAS

As gimnospermas agrupam um grande número de espécies arbóreas, como as coníferas, as maiores e mais primitivas árvores do planeta. A denominação conífera tem sua origem no latim *conus*, que significa cone, referenciando o formato de suas sementes nas estruturas especializadas, os estróbilos, em forma de cone (DALLIMORE; JACKSON, 1966; VIDA KOVIC, 1991).

As coníferas são elementos essenciais de determinados tipos de floresta, especialmente no hemisfério norte. As espécies da família *pinaceae* existem em grandes reservas florestais nas regiões do norte da Eurásia e da América Norte. Já no hemisfério sul, as coníferas desempenham um papel menor, e as espécies representadas, muitas vezes encontra-se em áreas separadas (DEBAZAC, 1991).

As coníferas existem há milhões de anos e, botanicamente, englobam seis famílias de gimnospermas: *pinaceae*, *taxodiaceae*, *cupressaceae*, *taxáceas*, *araucariaceae* e *podocarpaceae*. Estas possuem características semelhantes quanto às folhas que na sua maioria são longas e finas ou na forma de escama, também são verdes escuras e perenes (DEBAZAC, 1991).

1.1.1 *Araucaceae*

As espécies desta família são árvores de grande porte, altas, com troncos retos e cascas com auréolas horizontais. Suas folhas têm formato de agulhas (*Araucaria colymbea*), curvadas (*Araucaria eutacta*), ou achatadas com enervações paralelas. Estas espécies podem ser monóicas ou dióicas, mas na maioria se apresentam dióicas, onde cada árvore possui características femininas ou masculinas. No entanto existem relatos de indivíduos monóicos e até mesmo alguns que modificam de sexo em algum momento de suas vidas. Suas sementes, os cones, variam de pequenos a grandes de acordo com a espécie (DALLIMORE; JACKSON, 1966; DEBAZAC, 1991; VIDA KOVIC, 1991).

No hemisfério sul são conhecidas 18 espécies desta família e que estão ligadas aos gêneros, *Araucaria jussieu*, *Agathis salisb* e *Wollemia* W.G. Jones. No entanto, o gênero *Araucaria jussieu* é o que apresenta um registro mais completo.

Esses gêneros são divididos em três seções, *Colymbea* endlieher, *Intermedia* White e *Eutacta* endlicher (MASTROBERTI; MARIATH, 2003; VIDA KOVIC, 1991).

O grupo das *Colymbea* endlieher apresenta folhas planas e largas, com sementes grandes e que permanecem abaixo do solo na germinação. Inclui a *A. araucana*, *A. bidwillii* e a *A. angustifolia*. Já as *Intermedias* White que possuem as folhas juvenis, são em forma de agulha e as folhas adultas são planas. As sementes saem do solo após a germinação. Este grupo compreende a *A. klinkii*. Porém, a seção das *Eutactas* endlicher apresenta folhas pontiagudas em forma de curva. As sementes são pequenas e que saem do solo após a germinação. Abrangem as coníferas *A. balansae*, *A. beccarii*, *A. bernieri*, *A. biramulata*, *A. cunninghamii*, *columnaris*, *A. heterophylla*, *humboldtensis*, *A. muelleri*, *A. rulei* (DALLIMORE; JACKSON, 1966; DEBAZAC, 1991; VIDA KOVIC, 1991).

1.1.2 *Araucaria angustifolia*

Segundo Sanquetta (2007), o termo *Araucaria angustifolia* provém das palavras: *arauco* (denominação da tribo dos araucos do Chile, onde ocorre à espécie da mesma divisão a *Araucaria araucana*), *Angusti* (afilada) e *folia* (folha). Logo, este termo significa, árvore semelhante a dos araucos e que tem folhas afiladas.

Esta conífera recebe outras denominações além da botânica, os vulgares como Pinheiro do Paraná, Cori, Curi, Curiúva, Pino, Pinhão, Pinheiro, Pinheiro Araucária, Pinheiro Brasileiro, Pinheiro Caiova, Pinheiro Cajuva, Pinheiro Chorão, Pinheiro Macaco, Pinheiro São José, Pinho, Pinho Brasileiro, Pinho do Paraná, Araucária entre outros (DALLIMORE; JACKSON, 1966; MARTINO, 1986; MATTOS, 1994; SANQUETTA, 2007).

A *Araucaria angustifolia*, ilustrada na Figura 1, ocorre especialmente no sul do Brasil, destacando-se nos Estados do Paraná e Santa Catarina, mas pode ser encontrada no Rio Grande do Sul, na zona serrana próxima a Santa Catarina e nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, na região de Mantiqueira. Esta espécie também ocorre na Província de Misiones na Argentina (MARTINO, 1986; MATTOS, 1994; SANQUETTA, 2007).



Figura 1: *Araucaria angustifolia*.
Fonte: Menezes (2008).

1.1.3 Florestas de Araucária e a Extinção

O Pinheiro do Paraná é uma árvore de grande porte encontrada nas florestas Ombrófila Mista conhecida Floresta com Araucária ou pinheiral (Figura 2), é um tipo de vegetação do planalto meridional. Por sua abundância, porte e copas características a Araucária se destaca e, por muitas vezes, quando ocorre em forma densa, faz aparentar que a floresta contém apenas essas árvores. Porém, existe, concomitantemente com outras espécies, como canelas, cedros, peroba e louros (MARTINO, 1986; SANQUETTA, 2007; SONEGO; BACKES; SOUZA, 2007).



Figura 2: Floresta com Araucária.
Fonte: Castella e Britez (2004).

Durante a colonização da região sul, a Floresta Ombrófila Mista, tal quais os outros sistemas florestais inclusive do Estado do Paraná, foram explorados de forma indiscriminada, sem preocupação com a sua preservação ou com o método extrativista (MARTINO, 1986; SANQUETTA, 2007; SONEGO; BACKES; SOUZA, 2007). A alta qualidade da madeira as Araucárias foram derrubadas para expansão de território urbano, agrícola, construção e para construções e devido ao do alto teor de celulose para fabricação de papel. Em decorrência deste fato, a floresta no sul do Brasil encontra-se em extinção, comprometendo fauna e flora (DANNER; ZANETTE; RIBEIRO, 2012).

1.1.4 Características morfológicas

As árvores de *Araucaria angustifolia* são robustas, perenes, com características peculiares e contrastantes as demais árvores, quando jovens apresentam copa de forma cônica e quando adultas adquirem forma de taça. Na sua grande maioria, são dióicas, mas podem existir indivíduos monóicos e os que sofrem modificação de sexo. São longevas, atingindo de 140 a 250 anos, que podem ser acompanhados pelos anéis de crescimento (MARTINO, 1986; MATTOS, 1994; SANQUETTA, 2007).

O tronco dessas coníferas é retilíneo, direito, cilíndrico e com poucas ramificações, suas dimensões médias de diâmetro 50 a 120 cm e de 10 a 50m de altura. Sua casca é grossa e rugosa atingindo até 18 cm de espessura ou mais. As folhas dessa árvore são pontiagudas, verdes, resistentes e se concentram nos ápices das ramificações. Suas sementes são conhecidas como pinhão e são utilizadas para alimentação (MARTINO, 1986; MATTOS, 1994).

Na idade reprodutiva os estróbilos femininos se desenvolvem e originam as pinhas (Figura 3), já os masculinos aos pendões (mingotes), caem após a liberação do pólen. O ciclo reprodutivo é longo com primeira flora entre 15 e 20 anos. A polinização ocorre principalmente pelo vento nos meses de agosto a dezembro, então, em dois anos as pinhas amadurecem. A árvore feminina produz em média 80 pinhas, que pesam entre 0,61 kg e 4,1 kg, com produção de aproximadamente 90 sementes (pinhões), com peso médio por semente de 9 g (CAPELLA; PENTEADO; BALBI, 2009; MATTOS, 1994).



Figura 3: Pinhas de *Araucaria angustifolia*.
Fonte: Mattos, (1994).

1.2 PINHÃO

A conífera *Araucaria angustifolia* possui um período de desenvolvimento da semente de aproximadamente seis meses, desde o estágio pró-embrionário até a sua maturação, que ocorre durante os meses de dezembro a maio dependendo da variedade. As sementes da Araucária possuem formas cônica ou cônica-cilíndrica e diferentes tamanhos (3 a 15 centímetros de comprimento) dependendo da variedade, idade e condições de crescimento. A Figura 4 ilustra os estádios de desenvolvimento do pinhão (CAPELLA; PENTEADO; BALBI, 2009; DALLIMORE; JACKSON, 1966; VIDA KOVIC, 1991).

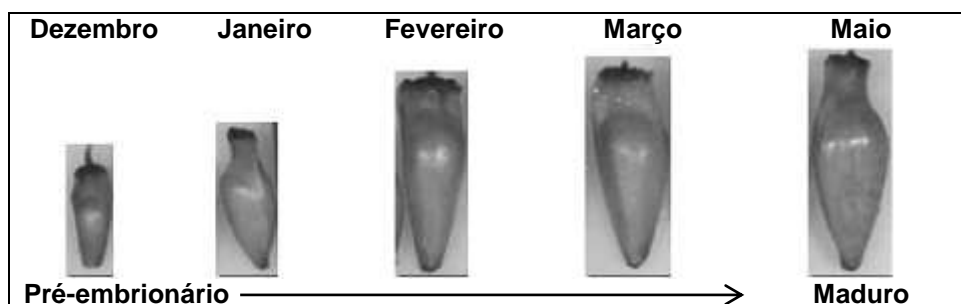


Figura 4: Estádios de desenvolvimento do pinhão.
Fonte: Mattos, (1994).

Segundo Mattos (1994), o pinhão é constituído de envoltório, amêndoa e embrião, conforme a Figura 5 ilustra na visão da seção transversal.



Figura 5: Seção transversal do pinhão.
Fonte: Cordenunsi et al., (2004).

O envoltório ou casca (tegumento) do pinhão é a parte externa que protege a amêndoa e que é composta por três camadas, a externa, a mediana e a interna, possuindo coloração de amarelo a marrom avermelhado, branco amarelado a marrom e de marrom a rosa avermelhado, respectivamente. As camadas, externa e mediana, dispõem-se longitudinalmente e conferem maior resistência a sementes, assemelhando-se a madeira. Já o envoltório interno é mais fino e membranáceo (MATTOS, 1994).

A amêndoa ou polpa (endosperma) é constituída por uma massa amilácea, caracterizando a parte comestível, que é extremamente dura quando crua, mas quando cozida ocorre um abrandamento de sua textura, devido a gelatinização do amido, permitindo, assim, o seu consumo (CAPELLA; PENTEADO; BALBI, 2009).

O embrião localiza-se no centro da polpa do pinhão, onde há um oco que ocupa cerca de 4/5 do comprimento da semente. O formato do embrião é filiforme e o mesmo é constituído por dois cotilédones (MATTOS, 1994).

O pinhão cru tem uma composição média de 38, 10 a 51,16 % de umidade, 0,07 a 7,38 % de lipídeos, 5,00 a 17,34 % de fibras e proteína em menores quantidades, conforme a composição da Tabela 1. Sementes com desenvolvimento pleno podem variar em conteúdo de amido de 32,72 a 36,28 %, dependendo do clima, época de colheita e variedade.

Segundo Balbinoti et al. (2008), devido ao seu valor nutritivo, muitos animais domésticos e silvestres utilizam o pinhão como alimento, assim como os humanos que se alimentam e coletam para comercializar visando o complemento da renda familiar. Na Tabela 1 estão expostos os valores de composição centesimal do pinhão cru e cozido apresentado em estudos. Os valores dos componentes variam

entre os autores provavelmente devido as diferenças experimentais e origem das amostras.

Tabela 1: Composição centesimal do pinhão.

Componentes (%)	Cordenunsi et al. (2004)		Gama et al. (2010)		Capella, Penteado e Balbi (2009)		Wosiacki e Cereda (1985)	Taco (2006)
	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido
Umidade	49,50	50,35	50,99	45,74	51,16	49,70	38,10	50,50
Cinzas	1,60	1,41	3,15	2,24	2,85	3,57	nd	1,80
Proteínas	3,57	3,31	nd	nd	6,59	6,31	5,00	3,00
Lipídeos	1,26	1,26	nd	nd	7,38	6,27	1,80	0,70
Fibras	5,00	5,72	15,71	17,34	15,34	16,88	nd	15,60
Carboidratos	nd	nd	nd	nd	67,84	66,96	nd	nd
Amido	36,28	34,48	32,72	33,80	nd	nd	33,33	nd

NOTA: nd = não determinado.

1.2.1 Aspectos culturais, sociais e econômicos

O consumo de pinhão é uma tradição antiga nos Estados do sul brasileiro marcando presença em festas juninas e em outras festividades (FIGUEIREDO et al., 2011). O consumo mais usual do pinhão é assado ou cozido, porém, novos produtos estão sendo desenvolvidos (GODOY et al, 2013). No entanto, apesar de ser um produto culinário muito apreciado, são encontrados poucos estudos sobre a sua cadeia produtiva, distribuição, consumo e industrialização. Industrialmente ainda existem barreiras técnicas, que devem ser vencidas para que haja a valorização e manutenção desses recursos florestais assim como o desenvolvimento das comunidades envolvidas na sua cadeia produtiva (BALBINOTI et al., 2008; SANTOS et al., 2002).

Segundo Santos et al. (2002), em seus estudos conclui que a cadeia produtiva do pinhão caracteriza-se mais como um canal de comercialização do que uma cadeia produtiva, uma vez que o produto é coletado das árvores já existentes por agricultores e vendidos diretamente aos consumidores, ou então a intermediários e varejistas. Sendo assim, não há um planejamento de produção e venda, resultando, então, em uma cadeia desorganizada e com relações comerciais informais. Esta informalidade reflete diretamente na falta de conhecimento dos reais dados de produção e comercialização do pinhão.

Os envolvidos no canal de comercialização do pinhão são os coletores, intermediários, centros de abastecimentos, varejistas e consumidores. As sementes

coletadas podem seguir quatros destinos diferentes, o primeiro seria a comercialização direta com o consumidor o que proporciona maior margem de lucro aos coletores; segundo os coletores podem comercializar as sementes com os centros de abastecimento, que podem revender os pinhões para intermediários, varejistas e diretamente aos consumidores; terceiro os coletores estabeleceriam o comércio dos pinhões com os intermediários que podem revender o produto aos centros de abastecimento, varejistas e consumidores; quarto e último canal de comercialização se dão dos coletores diretamente aos varejistas que estabelecem comercio com os consumidores (SANTOS et al., 2002).

De acordo com Santos et al., (2002), Balbinoti et al., (2008) e Danner; Zanette e Ribeiro (2012) os preços dos pinhões variam conforme o canal de comercialização que o produto seguiu, ou seja, quanto maior o número de pessoas envolvidas, maior a tendência no aumento de preços. Outro fato que influencia na variação do preço dos pinhões é a sazonalidade da produção, ou seja, a disponibilidade do produto não o ano todo, mas concentrada em apenas nos meses de abril a agosto. Logo, seria interessante o desenvolvimento de técnicas de armazenamento para a disponibilização do produto em outros períodos.

Segundo Danner; Zanette e Ribeiro (2012) em 2011 foram comercializados 3.399 toneladas de pinhão nos mercados atacadistas (Ceagesp, de São Paulo, e Ceasa's do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), representando um valor de R\$ 6,23 milhões. O preço de comercialização do kg do pinhão nos mercados atacadistas dos quatro estados variou de R\$ 1,29 a 2,32, com média de R\$ 1,97. Porém, em 2011, os valores no mercado varejista chegaram a mais de R\$ 4,00 por kg em Curitiba, PR.

1.2.2 Mudanças durante o armazenamento

A deterioração de vegetais é um processo inevitável, irreversível e variável entre as variedades de sementes assim como entre os lotes de mesma espécie. É necessário retardar a deterioração, conservando as sementes em condições ideais de armazenamento (BEWLEY; BLACK, 1994; WOOLHOUSE, 1983).

Diferentes técnicas são exploradas visando a obtenção de melhores condições de armazenamento, no entanto, a prática fundamental na conservação de sementes armazenadas ainda é a diminuição do seu metabolismo, tanto pela

remoção de água do ambiente e da semente quanto pela redução da temperatura por resfriamento ou congelamento. Outro fator que auxilia na conservação é o uso de embalagens (FOWLER; MARTINS, 2001).

Durante o armazenamento a qualidade das sementes não pode ser melhorada, apenas mantida, uma vez que as degradações dependem das condições às quais as sementes foram submetidas no campo, coleta e beneficiamento. Sendo assim, o armazenamento deve ser uma alternativa para a conservação das sementes visando a ampliação do período de comercialização. O período de armazenamento varia de acordo com a finalidade a qual as sementes estão sendo armazenadas, podendo ser para plantio ou alimentação (humana ou animal). O armazenamento pode ser classificado em curto, médio ou longo, sendo de seis meses, até cinco anos ou mais de cinco anos, respectivamente (FOWLER; MARTINS, 2001; SCHMIDT, 2000).

A deterioração das sementes é um processo complexo e pouco elucidado em detalhes bioquímicos e fisiológicos. As modificações durante o armazenamento mais evidenciadas são sobre atividade enzimática, consumo de compostos armazenados e cromossomos (CORTE et al., 2006; SCHMIDT, 2000; VIEIRA et al., 2008). Os estudos das sementes não se prendem apenas a sua deterioração, mas também à composição química de suas reservas, tanto pelo seu valor nutritivo, quanto para aplicação em processos industriais (BUCKERIDGE et al., 2004).

As principais substâncias de reserva nas sementes são carboidratos e lipídios que podem ser estimadas geneticamente, porém variam de acordo com as condições ambientais enfrentadas. Tais substâncias podem ser mobilizadas durante a germinação e crescimento para distintas finalidades, como a geração de energia e a construção de novas células e tecidos (BEWLEY; BLACK, 1994).

Entre os carboidratos de reserva destaca-se o amido, e em menores quantidades a celulose, hemicelulose e os açúcares. O amido é o carboidrato predominante que compõe as sementes, é armazenado no endosperma, o que corresponde de 70 a 80% das sementes. Sua degradação pode ocorrer por hidrólise enzimática e fosforólise aumentando o teor de açúcares (BEWLEY; BLACK, 1994).

A celulose é o componente principal das paredes celulares que juntamente com a hemicelulose compõe a fração de fibras. Já os açúcares solúveis, ocorrem em menores quantidades e são utilizados durante a respiração da semente e para o processo de germinação (PONTES, et al., 2002).

Os lipídeos podem ser encontrados em todas as partes da semente, tendo maior ocorrência no embrião. Durante o seu metabolismo desloca-se do embrião para os pontos de crescimento e também para a geração de energia (BEWLEY; BLACK, 1994).

1.3 O AMIDO

O amido é um polissacarídeo que pode ser encontrado em diversos vegetais na forma de reserva de energia em todos os tecidos como folhas, frutos, sementes, raízes e galhos. Os polímeros de amido têm sua produção centralizada nas células das plantas, mais especificamente nos cloroplastos de plantas verdes e nos amiloplastos das não verdes, através de uma série de reações enzimáticas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; PÉREZ; BALDWIN; GALLANT, 2009; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004; THOMAS; ATWELL, 1999).

Cerca de 70 a 80% das calorias consumidas na dieta humana são provenientes de amidos e seus hidrolisados, tanto na forma natural quanto processada. Industrialmente as principais fontes de extração de amido são os cereais, como o milho, trigo, e também de tubérculos e raízes, especialmente batata, batata-doce e mandioca (CEREDA, 2002).

Em água fria o amido possui baixa tendência de interação, assim, os vegetais aumentam a sua capacidade de armazenar esse carboidrato como reserva de energia sem ocasionar distúrbios nas células. Modificações químicas e físicas podem transformar a estrutura do amido e lhe conferir propriedades diferenciadas. Na Tabela 2 são exibidos exemplos da aplicação do amido (CEREDA, 2002; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; HU; CHEN; GAO, 2009; LIU, 2005).

Tabela 2: Utilização industrial do amido

Indústria	Utilização de amido/ amido modificado
Alimentícia	Modificador de viscosidade, filmes comestíveis, agente de brilho
Adesiva	Adesivo
Papeleira	Adesivo, dimensionamento, revestimento
Têxtil	Dimensionamento, finalização e estampagem
Farmacêutica	Diluyente, aglutinante, encapsulamento
Perfuração de petróleo	Modificador de viscosidade
Detergente	Tensoativos, agente de suspensão e agente clareador
Agrícola	Pesticidas e cobertura de sementes
Plásticos	Embalagens de alimentos
Cosmética	Cremes e talcos
Purificação	Floculador

Fonte: Liu (2005).

1.3.1 Estrutura Química

O amido é constituído de α -D-glicopirranose unidas por ligações glicosídicas, assim, formando um polímero constituído basicamente por duas macromoléculas, amilose e amilopectina. A proporção destas nos vegetais varia de acordo com a fonte botânica e o estágio de maturação. No entanto, podem ser encontrados amidos que possuem apenas amilopectina, estes, então, são denominados de cerosos. Este polissacarídeo é constituído essencialmente por carboidratos, no entanto, pode apresentar outros componentes em menores teores, tais como proteínas, lipídeos, fibras, minerais, e outros polissacarídeos diferentes do amido. Estes componentes podem causar alterações nas propriedades físico-químicas do amido e, assim, interferir em processos em que se utilize o polissacarídeo (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; PÉREZ; BALDWIN; GALLANT, 2009).

1.3.1.1 Amilose

A amilose (Figura 6) é uma macromolécula formada por resíduos de α -D-glicopirranose que são ligadas entre si por ligações glicosídicas α -1,4. A amilose é em sua grande maioria linear, porém pode apresentar pequenas ramificações. A presença de grupos hidroxila na molécula concede características hidrofílicas a amilose e quando em solução tende a se orientar formando pontes de hidrogênio entre os polímeros adjacentes. Resultando, na formação de géis opacos e filmes resistentes (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004; SHIMAZU ; MALI; GROSSMANN, 2007).

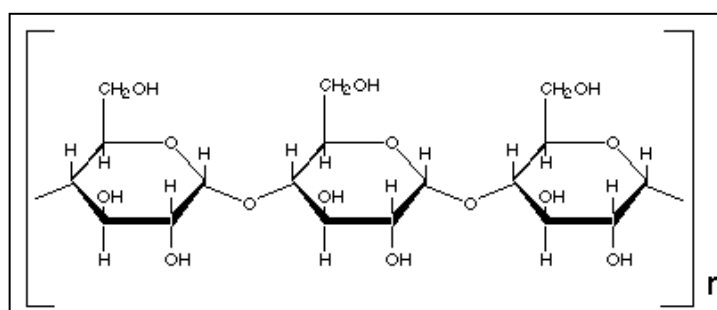


Figura 6: Estrutura da amilose.
Fonte: Bobbio e Bobbio (1992).

Quando a amilose assume a conformação de α -hélice, pode ocorrer a formação de um complexo com átomos de iodo, já que esses átomos podem ocupar a cavidade central da molécula helicoidal. Os amidos contêm aproximadamente 25% de amilose, entretanto, podem existir amidos de alta amilose com cerca de 52% e 75% (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

1.3.1.2 Amilopectina

A amilopectina possui diversas ramificações e é constituída de α -D-glicopirranose unidas por ligações glicosídicas α -1,4 e com pontos de ramificação em α -1,6. A amilopectina (Figura 7) é uma das maiores macromoléculas biológicas e sua dimensão ramificada reduz a mobilidade em solução e interações de ponte de hidrogênio entre suas cadeias (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

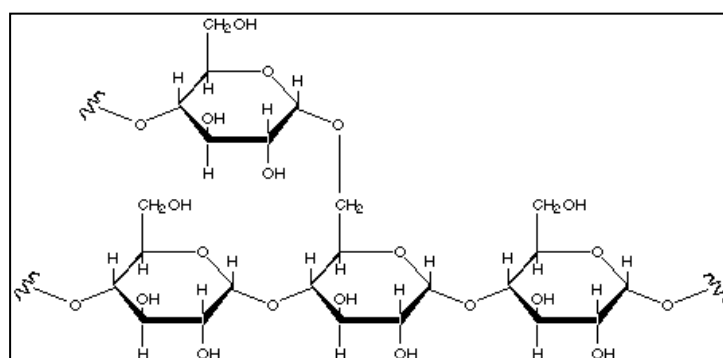


Figura 7: Estrutura da amilopectina.
Fonte: Bobbio e Bobbio (1992).

1.3.1.3 Propriedades Morfológicas dos Grânulos de Amido

O amido se organiza em forma de grânulos, que são pequenas unidades individuais e densas, a forma e tamanho variam entre os vegetais. A estrutura dos grânulos pode influenciar nas propriedades físico-químicas do amido, as quais são determinantes em processos industriais (PÉREZ; BALDWIN; GALLANT, 2009).

Os grânulos de amido são constituídos por amilose e amilopectina formando uma estrutura semicristalina. As moléculas lineares de amilose e ramificadas de amilopectina quando estão associadas se unem por pontes de hidrogênio, assim, resultando em regiões cristalinas. Deste modo, quando o amido é observado através

de luz polarizada, seus grânulos apresentam-se claros e exibem uma "cruz de malta" escura conforme o detalhe da Figura 8. Este fenômeno é denominado de birrefringência, indicando um alto grau de organização molecular nos grânulos. (BELLO-PÉREZ et al., 2006; TAGGART, 2004; YONEMOTO; CALORI-DOMINGUES; FRANCO, 2008).

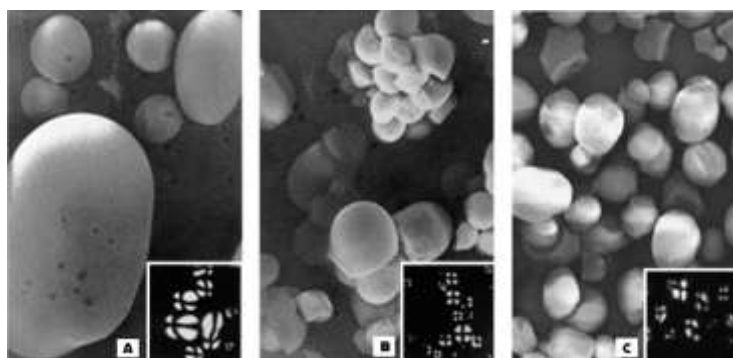


Figura 8: Grânulos de amido de batata (a), mandioca (b) e pinhão (c) no aumento de 1000 vezes.
Fonte: Pérez, Baldwin e Gallant (2009) (a e b) e Bello-Pérez et al., (2006) (c).

1.3.1.4 Difração de Raios X

Os raios X são uma radiação eletromagnética de longitude de onda curta produzida a partir do bombardeamento do ânodo por elétrons do cátodo em um tubo de raios X. Nas colisões parte da energia dos elétrons se convertem em raios X, que em certas condições geram um espectro contínuo. Na difração de raios X ocorre a interação entre o vetor elétrico e os elétrons da matéria, gerando uma dispersão. Quando os raios X são dispersos ao redor de um cristal, existem locais de interferências nos quais os raios são dispersos e a distância entre os centros de dispersão são de mesma ordem e magnitude da longitude da onda de radiação, sendo o resultado a difração (SKOOG; HOLLER; NIEMAN, 2002).

A difratometria de raios X aplicada a amidos permite a determinação matemática da porção cristalina do polímero, os difratogramas (Figura 9) podem ser interpretados através das intensidades dos picos e do ângulo de difração 2θ , dos gráficos, assim, permitindo a classificação dos amidos. O tipo A é peculiar a amidos de cereais, e apresentam picos fortes em 15, 17, 18 e 23° em 2θ . Já o tipo B é característico de amidos de tubérculos e raízes com picos principais em 5,6; 15, 17, 18 e 23° em 2θ e o tipo C pode ser encontrado em amidos provenientes de

tubérculos tropicais e leguminosas como a ervilha, com picos em 5,5; 15, 17, 22 e 23° em 2θ (MARCON, 2009; SHIN, 2005).

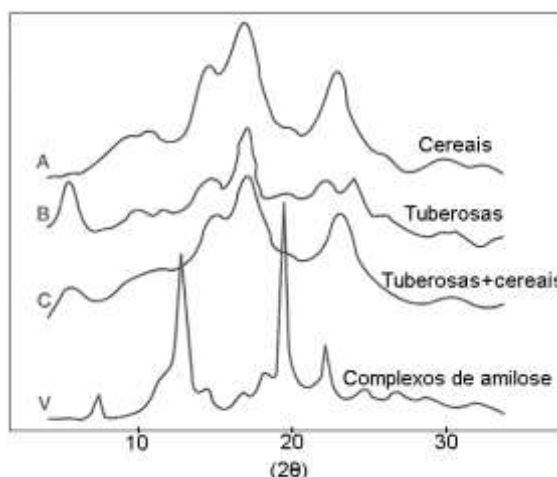


Figura 9: Tipos de cristalinidade de amidos.
Fonte: Liu (2005).

O padrão V de difratograma é obtido quando o amido é recristalizado na presença de ácido graxo ou de álcool de cadeia longa, e é parcialmente resistente a digestão enzimática e pode estar presente em amido de arroz, aveia, milho e trigo. (THOMAS; ATWELL, 1999).

Conforti e Lupano (2007) em seus estudos verificaram que o difratograma de raios X (Figura 10) para o amido das sementes de *Araucária angustifolia* mostra padrões de difração de raios X compatíveis com o tipo A, com fortes picos de 15, 17, 18 e 23° em 2θ .

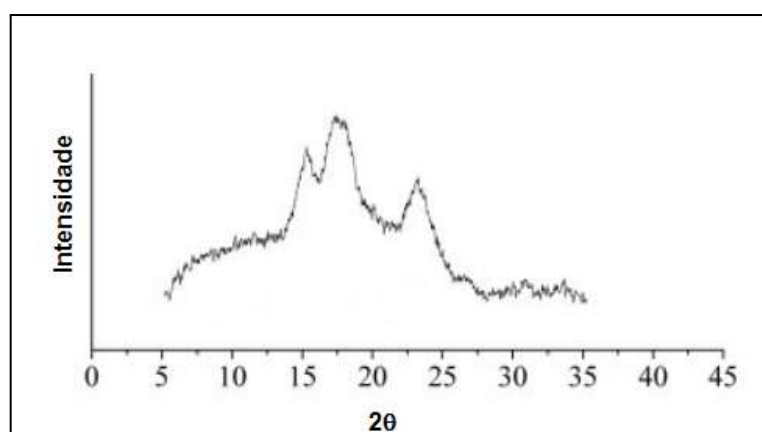


Figura 10: Difratograma de raios X para o amido de pinhão.
Fonte: Conforti e Lupano (2007).

1.3.1.5 Microscopia de força atômica método de não contato

É um método em que a ponteira é mantida a uma distância de alguns ângstrons da superfície da amostra e quando a fonte de laser interage, devido a atração eletrônica, entre a ponteira e os átomos da superfície da amostra. Assim, com o controle da frequência oscilatória acima da frequência de ressonância há a possibilidade do escaneamento da superfície dos grânulos. Tal método permite o estudo de superfícies de materiais além do alcance existente na microscopia eletrônica, uma vez que fornece resolução a níveis atômicos (ZANETTE, 2010).

1.3.1.6 Propriedades Reológicas

As propriedades reológicas dos amidos são de grande importância para os processos industriais de alimentos, uma vez que conferem características determinantes ao produto, ou seja, mantendo ou realçando as propriedades durante o armazenamento e consequentemente influenciando na vida de prateleira dos mesmos. Tais propriedades estão relacionadas à composição do amido em amilose e amilopectina, assim como a forma como estão organizadas nos grânulos (BOBBIO; BOBBIO, 1992; THOMAS; ATWELL, 1999).

As transformações que ocorrem nos grânulos de amido devido à gelatinização e retrogradação são primordiais no comportamento de pasta e posterior aplicação (GOESAERT; LEMAN; DELCOUR, 2008; ZAVAREZE et al., 2009).

O fenômeno de gelatinização se dá quando os grânulos de amido são intumescidos e as cadeias de amilose e amilopectina se solubilizam, provocando modificações das propriedades reológicas e formação de uma pasta viscosa. A capacidade de gelatinização do amido é relacionada à quantidade de amilose nele contida (GOMES et al., 2009; LEONEL; SARMENTO; FERRARI, 2005).

Durante a gelatinização, a suspensão de amido em água é aquecida ou submetida a certa quantidade de energia, então, a composição cristalina do amido é rompida. Nestas condições, o intumescimento dos grânulos de amido torna-se irreversível resultando no desaparecimento da ordem estrutural, que pode ser observada pela perda de birrefringência ou por modificações no difratograma de

raios X (BREUNINGER; PIYACHOMKWAN; SRIROTH, 2009; LEONEL; SARMENTO; FERRARI, 2005; ZAVAREZE et al., 2009).

A análise de calorimetria diferencial exploratória (DSC) é muito utilizada para estudar a gelatinização de amidos, uma vez que pode fornecer temperaturas e entalpias de gelatinização de amidos em diversas condições de concentração e solução. A gelatinização é um processo endotérmico, devido à fusão das duplas hélices e dos cristais (CEREDA; VILPOUX, 2002; IONASHIRO, 2005).

A energia requerida para a gelatinização difere entre os grânulos de amido de diferentes fontes botânicas e ocorre em uma faixa de temperatura característica para cada vegetal, conforme Tabela 3, onde pode-se observar que o amido de pinhão apresenta características semelhantes ao amido de milho.

Tabela 3: Temperaturas de gelatinização do amido de diferentes fontes botânicas

Vegetal	T ₀ (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)
Milho ¹	62,0	66,0	70,0
Trigo ¹	59,5	62,5	64,0
Batata ¹	58,0	62,0	66,0
Mandioca ¹	52,0	59,0	64,0
Pinhão ²	64,1	70,5	81,4

T₀: temperatura inicial de gelatinização; T_p: temperatura de pico; T_c: temperatura de conclusão

Fonte: ¹CEREDA (2002) e ²CONFORTI E LUPANO (2007)

Quando moléculas das cadeias de amilose e amilopectina começam a se reassociar, a formação de uma estrutura mais ordenada é favorecida, e tal processo é denominado de retrogradação. Sob condições favoráveis, uma ordenação cristalina aparece, forçando a água a sair do sistema, e a expulsão da água da rede do gel é denominada de sinérese (GOMES et al., 2009; TAKO; HIZUKURI, 2002).

Outra técnica utilizada para investigar as propriedades do amido é a análise térmica que consiste no estudo da relação entre uma propriedade da amostra e sua temperatura, enquanto a amostra é aquecida ou resfriada de maneira controlada (ROUQUEROL et al., 2008). Através da curva é possível obter informações quanto a estequiometria, estabilidade térmica, composição, estabilidade de compostos intermediários e composição do produto final (IONASHIRO, 2005; WENDLANT, 1986).

1.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Um novo produto é aquele cujas características fundamentais de composição ou uso diferem dos produtos já existentes ou então, fabricados pela empresa. Podendo, ainda, ser considerado uma novidade de mercado um produto que não é comercializado em uma determinada região, mas que é em outra (FULLER, 2005).

O dinamismo econômico dos mercados, responsável pelo desenvolvimento de novos produtos, é fundamental para a sobrevivência das empresas de alimentos, que precisam lançar novos produtos para se manterem competitivas. Outro fator que impulsiona as inovações são as novas necessidades dos consumidores, que estão sempre buscando novidades com mudanças de hábitos e diminuindo sua lealdade às marcas. Tal fato obriga as indústrias a trabalhar rapidamente no desenvolvimento de novos produtos para que o lançamento ocorra antes dos concorrentes e o consumidor seja conquistado (WILLE et al., 2004).

As inovações na indústria alimentícia são basicamente incrementais, ou seja, as inovações ocorrem principalmente em alterações de formulação, de ingredientes e aditivos, tal qual elaboração de alimentos funcionais, transgênicos e novas embalagens. Tais inovações podem ser observadas em novos aromas, corantes, amidos modificados, enzimas, criados pela indústria de ingredientes e aditivos (FULLER, 2005; GOUVEIA, 2006).

Os novos produtos são desenvolvidos de acordo com a tendência atual da população que é a alimentação saudável, com substituição de alimentos com ingredientes nocivos pelos benefícios, aumentando a procura por alimentos orgânicos, isentos de agrotóxicos, hormônios e aditivos químicos artificiais. A consequência desta tendência é valorização de produtos regionais e exóticos (GOUVEIA, 2006).

O desenvolvimento de novos produtos é o processo no qual a empresa compreende as necessidades do mercado e as transforma em informações que serão utilizadas para a produção industrial do novo produto. Este processo é complexo, pois exige uma interação perfeita entre os setores da empresa, ou seja, da administração com a equipe de pesquisa e desenvolvimento e com os setores de marketing, produção, compras, controle de qualidade e vendas, consumidores e fornecedores, para então alcançar o almejado sucesso. Para que os setores

interajam são criados projetos que orientam o desenvolvimento do produto, pois cada produto possui características peculiares e portanto, precisa de um planejamento e desenvolvimento próprio (NANTES, 2007; WILLE et al., 2004).

A parte técnica de execução do projeto, segundo Nantes (2007), ocorre com a construção de um protótipo em laboratórios piloto, com reduzidos custos e baixo risco de prejuízos caso o projeto fracasse. Um importante instrumento utilizado para teste do produto piloto consiste na avaliação sensorial, cujo foco da análise reside no produto, avaliando a rejeição e a necessidade de ajustes de sabor. O processo é finalizado com uma pesquisa de mercado, que visa esclarecer dúvidas antes do lançamento do produto, promover um melhor conhecimento do possível futuro consumidor e indicar as possibilidades de sucesso.

1.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS FARINHAS

Os fatores que determinam a qualidade das farinhas de trigo variam de acordo com a genética da variedade, condições climáticas, recursos do solo e do processamento (PIZZINATO; CAMPAGNOLLI, 1993). As características reológicas das farinhas são importantes para as indústrias de moagem e panificação uma vez que através delas é possível prever a sua capacidade panificável da farinha e a qualidade dos produtos finais (HRUSKOVA, SMEJDA, 2003). Os principais métodos empregados para avaliar o comportamento da massa são farinografia, alveografia e número de queda (AACC, 2000).

1.5.1 Farinografia

O teste farinografia é realizado no equipamento denominado farinógrafo que registra a resistência da massa à mistura e é usado para indicar as propriedades de mistura e processamento da massa da farinha (AACC, 2000). Segundo Miranda, Mori e Lorini (2009) os parâmetros avaliados pelo método caracterizam o comportamento durante o amassamento, sendo os principais a absorção de água (a quantidade de água que se deve adicionar à farinha para obter o completo desenvolvimento do glúten) e a estabilidade (fornece a medida de tolerância da massa à mistura).

A farinografia ainda apresenta informação do tempo ótimo de mistura ou tempo de desenvolvimento da massa, que é o tempo que a massa se mantém estável durante o batimento, e o índice de tolerância à mistura (ITM), que é o tempo de 5 minutos após o ponto de consistência máxima da massa (POMERANZ, 1987).

1.5.2 Alveografia

O teste de alveografia é realizado em alveógrafo que simula o comportamento da massa na fermentação com a formação de alvéolos. A análise permite determinar as características de tenacidade, extensibilidade e de força da farinha (AACC, 2000).

Segundo Miranda, Mori e Lorini (2009) a força representa o trabalho de deformação da massa e indica a qualidade da farinha (força da farinha). Já a tenacidade é a pressão máxima necessária para expandir a massa e a extensibilidade da massa é a capacidade de extensão da massa, sem que ela se rompa.

1.5.3 Número de Queda

O número de queda mede a intensidade de atividade da enzima α -amilase, sendo o resultado expresso em segundos (AACC, 2000). Altos valores indicam baixa atividade dessa enzima, enquanto baixos valores indicam alta atividade. O baixo número e queda geram pães com miolo escuro e pegajoso (MIRANDA; MORI; LORINI, 2009).

1.6 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial em alimentos é uma prática de grande importância, uma vez que é um método de se avaliar e caracterizar sensorialmente um produto. Apesar de existirem equipamentos que simulem esse processo estes não são ainda capazes de substituir os sentidos humanos na avaliação e aceitação de produtos (CAVALHEIRO; CARDELLO, 2004).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1993) define a análise sensorial como uma disciplina multidisciplinar usada para evocar, medir, analisar e

interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, audição, olfato, tato e paladar.

A avaliação sensorial é multidisciplinar, pois engloba outras áreas do conhecimento, que utilizam como base percepção comportamental humana. Logo, a avaliação compreende a fisiologia, a psicologia, a estatística, a ciência e a tecnologia dos alimentos (NASSU, 2007; STONE; SIDEL, 1993).

A análise sensorial, além do controle de qualidade em geral, tem sido empregada na concepção de um novo produto, na formulação, otimização, vida de prateleira, avaliação do produto final e estudos com consumidores (ACTIA, 2001; DUTCOSKY, 2007).

Os testes sensoriais podem ser divididos em métodos discriminativos e afetivos. Os discriminativos avaliam a intensidade dos atributos e descrevem o produto com diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre amostras (MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1999).

Os testes de respostas subjetivas, conhecidos também por testes sensoriais afetivos são realizados com pessoas não treinadas que expressam através do teste sua reação espontânea quase sempre influenciada por suas experiências sensoriais, religiosas e sociais (CAVALHEIRO; CARDELLO, 2004)

A escolha dos testes sensoriais se dá através da análise da situação e do produto, pois para cada caso existe um determinado tipo de método sensorial mais adequado, que possui suas exigências e objetivos (CAVALHEIRO; CARDELLO, 2004; NASSU, 2007). A tabela 4 relaciona os grupos de métodos sensoriais com os testes que podem ser aplicados.

Tabela 4: Relação dos métodos com os testes sensoriais.

Métodos	Testes
Discriminativos: testes de diferença	<ul style="list-style-type: none"> • Comparação pareada • Triangular • Duo-trio • Ordenação • Comparação múltipla
Descritivos	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de sabor • Perfil de textura • Análise descritiva quantitativa • Análise de tempo- intensidade • Perfil livre
Afetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Pareado - preferência • Ordenação –preferência • Aceitação

Fonte: Cavalheiro e Cardello (2004).

1.6.1 Teste de aceitação

Os testes de aceitação são utilizados para avaliar um produto ou produtos numa escala de aceitação de ordem ou para avaliar os principais atributos que determinam a preferência ou aceitação do produto (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

A escala hedônica é empregada em testes de aceitação para quantificar o quanto os consumidores gostam ou desgostam de um determinado produto, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico. As escalas possuem em suas extremidades termos definidos como “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo”, ainda contem um ponto intermediário com o termo “nem gostei; nem desgostei”. As escalas mais utilizadas nos testes de aceitação são as de 7 e 9 pontos (IAL, 2008).

Os julgadores que participam dos testes sensoriais de aceitação são selecionados ao acaso, sem necessidade de serem treinados, no entanto recomenda-se que sejam consumidores frequentes do produto em avaliação e que o número de julgadores seja entre 50 e 100 (IAL, 2008).

No teste de aceitação a apresentação das amostras ocorre de forma monádica (uma de cada vez) e sequencial (uma após a outra), onde os julgadores recebem as amostras codificadas, com números de três dígitos aleatórios e são solicitados a avaliar cada amostra, utilizando a escala hedônica (REIS; MINIM, 2006).

Os dados coletados da avaliação sensorial do produto podem ser interpretados através da análise de variância (ANOVA) e comparação das médias de pares de amostras pelo teste Tukey (IAL, 2008). Outra técnica utilizada para interpretar os resultados da análise sensorial é a do Mapa de Preferência, que considera a resposta individual de cada julgador e não somente a média do grupo de julgadores que avaliaram os produtos (REIS; MINIM, 2006).

REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10^a ed. St. Paul, 2000.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Análise sensorial de alimentos e bebidas – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.

ACTIA. Association de coordination technique pour l'Industrie agro-alimentaire. Sensory evaluation: guide of good practice. Paris: ACTIA, 2001. p.13-20.

BALBINOT, R; GARZEL, J. C. L.; WEBER, K. S.; RIBEIRO, A. B. Tendências de consumo e preço de comercialização do pinhão (semente da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.), no estado do Paraná. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4, p 463 - 472, 2008.

BELLO-PÉREZ, L. A.; GARCÍA-SUÁREZ, F. J.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M.; CORDENUSI, B. R. Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: a novel starch for application in food industry. **Starch/Stärke**, v.58, p. 283 – 291, 2006.

BEWLEY, D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1994. 445p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. 151p.

BREUNINGER, W. F.; PIYACHOMKWAN, K.; SRIROTH, K. **Tapioca/Cassava Starch: Production and use** I. In: BEMILLER, J. e WHISTLER, R. (ed). **Starch: Chemistry and Technology**. New York: Elsevier, 2009. 541-568p. (Food Science and Technology International Series).

BUCKERIDGE, M. S., SANTOS, H.P., TINÉ, M. A.; AIDAR, M. P. M. **Mobilização de Reservas**. In: Germinação. Do básico ao aplicado. Alfredo Gui Ferreira & Fabian Borgheti (Eds.). Artmed, Porto Alegre 2004. 163-185p.

CAPELLA, A. C. V.; PENTEADO, P. T. P. S.; BALBI, M. E. Semente de *Araucaria angustifolia*: aspectos morfológicos e composição química da farinha. **Boletim CEPPA**, v. 27, n. 1, p. 135-142, 2009.

CARNEIRO, J. D. S.; MINIM, V. P. R. Testes de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 51-65.

CASTELLA, P. R.; BRITEZ, R. M. **A Floresta com Araucária no Paraná**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 236 p.

CAVALHEIRO, S. F. L.; CARDELLO, H. M. A. Testes sensoriais afetivos: uma revisão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 1, p.1-11, 2004.

CEREDA, M. P.; Propriedades gerais do amido. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 13-204p. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas).

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Conservação das raízes. In: CEREDA, M. P. (ed). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 20-150p. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas).

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Starch Characterisation of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* Seeds. **Sarch/Stärke**, v.59, p. 284 – 289, 2007.

CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, 2004.

CORTE, V. B.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. A.; VENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides Benth.* (leguminosae-caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v.30, n.6, p.941-949, 2006.

DALLIMORE, W.; JACKSON, B. **A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae**. Londres: Edward Arnold LTD, 1966. 729p.

DANNER, M. A.; ZANETTE, F.; RIBEIRO, J. Z. O cultivo da araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 72, p.441-451, 2012.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Tradução Adriano Brandelli et al. 4ªed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DEBAZAC, E. F. **Manuel dès Conifères**. Nancy: l'École Nationale des Eaux et Forêts, 1991. 172p.

DUTCOSKY, S. D. Testes de diferença. In: DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2007. p. 59-88.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. P. 116.

FIGUEIREDO FILHO, A.; ORELLANA, E.; NASCIMENTO, F.; DIAS, A. N.; INOUE, M. T. Produção de sementes de *Araucaria angustifolia* em plantio e em floresta natural no Centro-Sul do Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 155-162, 2011.

FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo : Embrapa Florestas, 2001. 76 p.

FULLER, G.W. **New Food Product Development**. New York: CRC Press, 2005. 508p.

GAMA, T. M. M. T. B.; MASSON, M. L.; HARACEMIV, S.M. C.; ZANETTE, F.; CORDOVA, K. R. V. A influência de tratamentos térmicos no teor de amido, cor e aparência microscópica de pinhão nativo (*Araucaria Angustifolia*) e pinhão proveniente de polinização controlada. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 04, n. 2, p. 161-178, 2010.

GODOY, R. C. B. de; NEGRE, M. de F. de O.; MENDES, L. M.; SIQUEIRA, G. L. de A.; HELM, C. V. **O pinhão na culinária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 137p.

GOESAERT, H.; LEMAN, P.; DELCOUR, J. A.; Model approach to starch functionality in bread making. **journal of agricultural and food chemistry**, v. 56, n. 15, p. 6423-6431, 2008.

GOMES, A. M. M.; SILVA, P. L.; SOARES, S. A.; SILVA, C. E. M.; GALLÃO, M. I.; GERMANI, R.; RICARDO, N. M. P. S. Isolation and physico-chemical and rheological characterisation of the brazilian jalap starch (*Operculina tuberosa Meisn.*). **Carbohydrate Polymers**, n.77, p. 885-890, 2009.

GOUVEIA, F. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. **Inovação Uniemp**, v. 2, n. 5, p. 32-37, 2006.

HRUSKOVA, M.; SMEJDA, P. Wheat Flour Dough Alveograph Characteristics Predicted by NIRSystems 6500. **Czech Journal Food Science**, v.21, n.1, p. 28–33, 2003.

HU, G.; CHEN, J.; GAO, J. Preparation and characteristics of oxidized potato starch films. **Carbohydrate Polymers**, v.76, n.2, p.291-298. 2009.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: SES - CCD –IAL. 2005, 1020p.

IONASHIRO, M.; **Fundamentos de termogravimetria e análise térmica diferencial / calorimetria exploratória diferencial**. 1. ed. São Paulo: Giz, 2005. 80p.

KAROL, R.; NELSON, B. **New Product Development for Dummies**. 1.ed. Indianápolis: Wiley, 2007. 357p.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; FERRARI, T. B.; Aproveitamento do gengibre (*zingiber officinale*) de qualidade inferior como matéria-prima amilácea. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.1, p. 9-18, 2005.

LIU, Q. Understanding starches and their role in foods. In: CUI, S. W. (ed) **Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties and Applications**. Boca Raton: CRC Press, 2005. 309-355p.

MARCON, M. J. A.; KURTZ, D. J.; RAGUZZONI, J. C.; DELGADILLO, I.; MARASCHIN, M.; SOLDI, V.; REGINATTO, V.; AMANTE, E. R. Expansion properties of sour cassava starch (*polvilho azedo*): variables related to its practical application in bakery. **Starch/Stärke**, v.61, n.2, p. 716-726, 2009.

MARTINO, S. **O Pinheiro Brasileiro**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1986. 78p.

MASTROBERTI, A. A.; MARIATH, J. E. A. Leaf anatomy of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (*Araucariaceae*). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.3, p.343-353, 2003.

MATTOS, J. R. **O Pinheiro Brasileiro**. 2 ed. Lages: Artes Gráficas Princesa Ltda, 1994. 223p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. New York: CRC, 1999. 281 p.

MENEZES, H. **Pinhão Indígena - Culinária do Paraná**. Curitiba : SENAC, 2008. 223p.

MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. Qualidade comercial do trigo brasileiro: Safra 2006. **Documentos on line 112**. Embrapa., Dezembro, 2009.

NANTES, J. F. D. Projetos de Produtos Agroindustriais. In: Batalha, M.O. **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, v.1, 2007, p.519.

NASSU, R. T. **Análise sensorial de carne: conceitos e recomendações**. São Carlos: Embrapa, 2007. 79p.

PÉREZ, S.; BALDWIN P. M.; GALLANT, D. J. Structural features of starch granules I. In: BEMILLER, J. e WHISTLER, R. (ed). **Starch: Chemistry and Technology**. New York: Elsevier, 2009. 149-192p. (Food Science and Technology International Series).

PIZZINATTO, A.; CAMPAGNOLLI, D. M. F. **Avaliação e controle de qualidade da farinha de trigo**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 1993.

POMERANZ, Y. **Modern Cereal Science and Technology**. Pullman: VCH Publishers Inc., 1987.

PONTES, C. A.; BORGES; E. E. L.; BORGES, R. C. G.; SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.593-601, 2002.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 68-83.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Edgar Blücher. 2004. 196p.

ROUQUEROL, J.; WADSÖ, I.; LOVER, T. S.; HAINES, P. J. **Developments in Nomenclature**. In: Gallagher, P.; Brown, M., editors. Handbook of Thermal Analysis & Calorimetry - Recent Advances, Techniques and Applications. 2008.

SANQUETTA, C. R. **Pinheiro do Paraná: lendas e realidades**. Curitiba: Optagraf editora e gráfica, 2007, 120p.

SANTOS, A. J.; CORSO, N. M.; MARTINS, G.; BITTENCOURT, E. Aspectos produtivos e comerciais do pinhão no Estado do Paraná. **Revista Floresta**, v. 32, n. 2, p. 163 – 169, 2002.

SCHMIDT, L. **Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed**. 2. ed. São Paulo: Danida Forest Seed Centre, 2000. 532p.

SHIMAZU, A. A.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.1, p.79-88. 2007.

SHIN, S. I.; KIM, H. J.; HA, H. J.; LEE, S. H.; MOON, T. W. Effect of hydrothermal treatment on formation and structural characteristics of slowly digestible non-pasted granular sweet potato starch. **Starch/Stärke**, v. 57, n. 9, p. 421-430, 2005.

SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J; NIEMAN, T. A. **Princípios de análise instrumental**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002, 836 p. 2

SONEGO, R. C.; BACKES. A.; SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta Botanica Brasilica**, V. 4, p. 943-955, 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic Press, 1993. 308 p.

TACO - Tabela brasileira de composição de alimentos – UNICAMP. 2006. 2ª ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf> Acesso em: 22/04/2011.

TAGGART, P. Starch as an Ingredient: Manufacture and Applications. In: ELIASON, A. C. **Starch in Food: Structure, Function and Applications**. Boca Raton: CRC Press, 2004.

TAKO, M.; HIZUKURI, S.; gelatinization mechanism of potato starch. **Carbohydrate Polymers**, n.48, p. 397-401, 2002.

THOMAS, D. J.; ATWELL, W. A. **Starches**. St. Paul: Eagan Press. 1999. 91 p. (Eagan Press Handbook Series).

VIDAKOVIC, M. **Conifers morphology and variation**. Zagreb: Grafički zavod hrvatske, 1991. 754p.

VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; PINHO, E. V. R. V.; PEREIRA, C. E.; CLEMENTE, A. C. S. Marcador isoenzimático de dormência em sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p.81-89, 2008.

WENDLANT, W. W. **Thermal analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

WILLE, G. M. F. C.; WILLE, S. A. C.; KOEHLER, H. S.; FREITAS, R. J. S.; HARACEMIV, S. M. C. Práticas de desenvolvimento de novos produtos alimentícios na indústria paranaense. **Revista FAE**, v.7, n.2, p.33-45, 2004.

WOOLHOUSE, H. W. **Advances in botanical researches**. 1. ed. Londres: Academic press, 1983. 306p.

WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. Characterization of Pinhão Starch. Part I. Extration and Propperties of Starch Granules. **Starch/Stärke**. v.37, p. 224 – 227,1985.

YONEMOTO, P. G.; CALORI-DOMINGUES, M. A.; FRANCO, C. L. M. Efeito de tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas de amido de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.761-771. 2008.

ZANETTE, S. I. **Introdução à Microscopia de Força Atômica**. Ed Livraria da Física, 9. 112. 2010

ZAVAREZE, E. R.; RODRIGUES, A. O.; STORCK, C. R.; ASSIS, L. M.; WALLY, A. P. S.; DIAS, A. R. G. Poder de inchamento e solubilidade de amido de arroz submetido ao tratamento térmico com baixa umidade. **Brazilian Journal of Food Technology (ITAL)**. v.2, p. 31-35, 2009.

**CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DOS AMIDOS NATIVOS DE DIFERENTES
ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA DE *Araucaria angustifolia***

RESUMO

O Banco de Germoplasma é uma fonte disponível de variabilidade genética para o melhoramento de plantas. Essa técnica se tornou necessária e acessível para proteger a diversidade biológica. Os acessos são grupos representativos de genótipos com variabilidade genética das espécies que são o objeto de conservação. Quatro amostras de pinhão (sementes de *Araucaria angustifolia*) foram fornecidas pela EMBRAPA Florestas Colombo - PR (Banco de Germoplasma). O amido foi cuidadosamente extraído com água, apresentando rendimento aproximado de 32,5%. A gelatinização das amostras ocorreu abaixo da temperatura (T_p) de 63,6°C e a entalpia de gelatinização (ΔH_{gel}) foram diferentes entre as amostras. As curvas TG-DTA mostraram similaridade, entretanto com a perda de massa e os picos em diferentes temperaturas. A temperatura de pasta obtida no RVA foi diretamente proporcional às temperaturas *onset* e de pico obtidos no DSC. A técnica de microscopia de força atômica possibilitou calcular o diâmetro médio e a rugosidade média dos grânulos de amido, assim como a técnica de difratometria de raio X permitiu calcular o grau de cristalinidade para cada amostra. A partir dos resultados pode-se verificar que cada amostra apresentou características específicas.

Palavras-chave: Amido de pinhão; Análise térmica; Microscopia de força atômica; Germoplasma.

ABSTRACT

The Germplasm Bank is a source of genetic variability available for plant breeding. This technique have become accessible and necessary to protect biological diversity. The collections are groups of representative genotypes with the genetic variability of the species that is the object of conservation. Four samples from Paraná pine seeds, were supplied by EMBRAPA Florestas Colombo - PR (germplasm bank). Starch was carefully extracted with water, whose yield was around 32.5 %. For each sample the gelatinization temperature (T_p) occurred below 63.6°C and gelatinization enthalpy (ΔH_{gel}) was different for each sample. TG-DTA curves showed similarity, although with mass losses and peaks at different temperatures. The pasting temperature obtained by RVA was directly proportional to the onset and peak temperatures obtained by DSC. The NC-AFM technique allowed calculate the average diameter and the average roughness of the granules, as well as the XRD technique allowed the degree of relative crystallinity to be calculated for each sample. From the results it can be verified that each sample had specific characteristics.

Keywords: *Pinhão* starch; Thermal analysis; Pasting properties; Atomic force microscopy; Germplasma.

1 INTRODUÇÃO

A conífera *Araucaria angustifolia*, cresce naturalmente em florestas do sul do Brasil, Argentina, Paraguai e Chile. Trata-se de um dos mais importantes biomas naturais que se estende nas latitudes 19°30'S a 31°30'S e longitudes 41°30'W a 54°30'W. Esta é uma espécie subtropical da família *Araucariaceae* que se encontra em extinção, devido à exploração comercial de madeira, derrubadas para expansão de território e limitações da propagação da espécie. No entanto, atitudes estão sendo tomadas em termos de conservação, gestão e uso dessa conífera (BITTENCOURT et. al. 2004).

O pinhão (semente de *Araucaria angustifolia*) é consumido tradicionalmente no inverno, na forma assada ou cozida, pois se trata de um alimento com elevado valor calórico, uma vez que seu endosperma é constituído por carboidratos, principalmente o amido (35% da semente). Além de ser utilizado para a alimentação humana o pinhão é um importante alimento para pássaros presentes na fauna local (BICUDO et al., 2009; CAPELLA; PENTEADO; BALBI, 2010; HENRÍQUEZ et al., 2008; THYS et al., 2010).

O amido é um polissacarídeo de armazenamento de energia em plantas e é constituído por dois tipos de macromoléculas, a amilose e amilopectina. A amilose é um polímero linear formado por resíduos de α -D-glicopirranose que são ligados entre si por ligações glicosídicas α -1,4. Já a amilopectina possui diversas ramificações e é constituída de α -D-glicopirranose unidas por ligações glicosídicas α -1,4 e com pontos de ramificação em α -1,6 (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; PÉREZ; BALDWIN; GALLANT, 2009).

A necessidade da conservação genética das florestas de Araucária foi reconhecida no Brasil desde o início do século passado, uma vez que essas florestas contribuem para a fauna e flora local, além de ser uma fonte de alimento e renda para a população. Assim, devido à necessidade eminente de conservação desta conífera, um Banco de Germoplasma foi criado pela EMBRAPA Florestas em Colombo-PR. A técnica de conservação através de Bancos de Germoplasma foi desenvolvida devido à necessidade de proteção da diversidade biológica e tal banco é uma área composta por árvores originárias de materiais de diferentes procedências, perfazendo os denominados acessos (VILLALOBOS; FERREIRA; MORA, 1991).

Os diferentes acessos selecionados para compor um Banco de Germoplasma podem ser estudados com intuito de caracterizar e avaliar a diversidade do germoplasma disponível. Onde para complementar a caracterização da diversidade, o estudo das características de cada material é importante para a determinação correta das propriedades das plantas pertencentes à espécie em questão (VILLALOBOS; FERREIRA; MORA, 1991).

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar e caracterizar, através de um estudo das propriedades físico-químicas, térmicas, morfológicas e reológicas, o amido nativo de pinhão extraído de quatro acessos do Banco de Germoplasma de *Araucaria angustifolia* da EMBRAPA Florestas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA PRIMA

As amostras de pinhão foram coletadas de árvores pertencentes ao banco de Germoplasma de *Araucaria angustifolia* da Embrapa Florestas localizado sobre as coordenadas de latitude 7°0'37"S e longitude 37°20'14"W no município de Colombo – PR. Este município apresenta clima do tipo Cfb, de Köppen é Subtropical Úmido Mesotérmico, apresentando uma temperatura média de 22° C no mês mais quente e de 18 °C do mês mais frio. Os invernos são rigorosos com ocorrências de geadas severas e frequentes (GRODZKI; BOEGER, 2004).

O Banco de Germoplasma de Araucária da Embrapa Florestas (Colombo-PR) foi criado para ser estudado visando a caracterização e avaliação da diversidade do germoplasma disponível. Assim, para a formação do banco foram selecionadas sementes (acessos) de diferentes localidades que foram plantadas em Colombo- PR (Banco de Germoplasma de Araucária). Atualmente, esse banco possui um total de 224 acessos, no entanto, o estudo abrangeu 4 acessos de diferentes procedências, sendo que as plantas apresentavam-se com 31 anos. Serão denominadas como amostras (a): acesso 202/ Ipiúna de Caldas, (b): acesso 222/ Ipiúna de Caldas, (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas e (d) acesso 237/ Irati.

2.1.1 Extração do amido

A extração do amido foi realizada segundo o método modificado descrito por Bello-Perez et al. (2006). Os pinhões de cada procedência foram lavados, para a remoção de sujidades, e em seguida descascados manualmente. As sementes foram trituradas em liquidificador (MVithory - Metalúrgica Vithory LTDA - ME - 650 W) por cinco minutos na proporção pinhão : água de 1:2 (m/m), formando uma massa, que, então, foi peneirada (200 mesh) e lavada com água corrente para a retirada de amido livre do bagaço. Logo após, o bagaço, foi submetido a uma segunda extração em liquidificador por cinco minutos na proporção pinhão : água de 1:2 (m/m). O material obtido foi peneirado e o bagaço descartado.

O leite de amido obtido foi centrifugado (5000 rpm, 4°C, 10 min), o sobrenadante foi removido e a secagem do amido foi realizada em estufa com

circulação de ar (Marconi MA 035) à temperatura de aproximadamente 35 °C, para não ocorrer a gelatinização do amido. Após seco, o amido de cada procedência, foi moído em um moinho analítico (IKA®, modelo A11 Basic), acondicionado em frasco de vidro e mantido em dessecador com cloreto de cálcio anidro até o momento das análises.

2.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS AMIDOS DE PINHÃO

A composição centesimal foi realizada nos amidos extraídos dos quatro acessos das diferentes procedências. Após secagem, os teores de umidade, proteína, lipídeos, cinzas e fibra alimentar foram determinados através dos protocolos 925.10, 960.52, 920.39C, 923.03 e 962.09E respectivamente, da AOAC (2011).

2.3 DETERMINAÇÃO DE AMILOSE E AMILOPECTINA

A quantidade de amilose presente no amido do pinhão foi detectada através do método espectrofotométrico de acordo com o protocolo 6647:2007 da ISO (2007), baseando-se na reação da amilose com o iodo, que forma um complexo de coloração azulada. A medida de amilose foi determinada a partir de uma curva padrão usando amilose como padrão e o teor de amilopectina foi obtido por diferença.

2.4 ANÁLISES TÉRMICAS

2.4.1 Termogravimetria e Análise Térmica Diferencial

A análise térmica consiste no estudo da relação entre uma propriedade da amostra e sua temperatura, enquanto a amostra é aquecida ou resfriada de maneira controlada. e a Análise Térmica Diferencial (DTA) é uma técnica que correlaciona a diferença entre a temperatura da amostra e a referência (ROUQUEROL et al., 2008). As curvas simultâneas de TG e DTA foram obtidas de acordo com Wendlandt (1986), nas seguintes condições: massa da amostra de aproximadamente 6 mg; cadinhos de alumina; atmosfera de ar sintético a uma vazão de 100 mL min⁻¹; razão

de aquecimento de $10\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$, de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para remoção de impurezas, os cadinhos de alumina utilizados foram mergulhados em ácido nítrico e lavados, posteriormente foram levados a chama oxidante do bico de Bunsen até completa evaporação.

O equipamento utilizado foi o TG 60 (SHIMADZU-Japan), que foi previamente calibrado com dois pesos padrões (referência) e padrão de oxalato de cálcio monohidratado. O programa TA 60 (SHIMADZU) foi utilizado para a obtenção dos valores de perda de massa observados nas curvas TG-DTA.

2.4.2 Calorimetria Exploratória Diferencial

Calorimetria exploratória diferencial (DSC) é a técnica na qual a diferença de energia fornecida à amostra e a um material referência é registrada, em função da temperatura enquanto a substância e o material referência são submetidos a uma programação controlada de temperatura (IONASHIRO, 2005; WENDLANDT, 1986).

A análise de calorimetria diferencial exploratória (DSC) foi realizada de acordo com Wendlandt (1986) no equipamento DSC-60 (SHIMADZU-Japan), que foi calibrado com índio 99,99% de pureza, $PE = 156,6^{\circ}\text{C}$, $\Delta H = 28,56\text{ Jg}^{-1}$. As curvas DSC foram realizadas nas seguintes condições: massa da amostra aproximadamente de 2,5 mg; proporção de 4:1 (água/amido p/p); repouso de 25 minutos para intumescimento dos grânulos de amido; atmosfera de ar sintético a uma vazão de 50 mL min^{-1} ; razão de aquecimento de $5\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$, para a faixa de temperatura de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$; cadinhos de alumínio selado.

2.5 PROPRIEDADES DE PASTA

As propriedades de pasta das amostras de amido de pinhão foram determinadas em um viscoamilógrafo RVA-4 (Newport Scientific Pvt. Ltd., Austrália). Uma suspensão de 3 g de amido (6% de umidade) e 25 g de água destilada foi preparada no recipiente de alumínio do equipamento. As suspensões foram homogeneizadas e equilibradas a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 2 minutos, e aquecidas a $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ numa taxa de $6^{\circ}\text{C min}^{-1}$, permanecendo nesta temperatura por 5 minutos. Em seguida, as pastas foram resfriadas a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, numa taxa de $6\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$, permanecendo nesta temperatura por 5 minutos. Todo o experimento foi realizado com agitação. Os

parâmetros de pasta, tais como, temperatura de pasta, viscosidade máxima, viscosidade mínima a 95 °C, viscosidade final a 50 °C, quebra e retrogradação foram registrados.

2.6 DIFRATOMETRIA DE RAIOS X

Para a difratometria de raios X método pó foi utilizado em um difratômetro de raios X (modelo Ultima 4, marca Rigaku), empregando a radiação Cuka ($\lambda = 1,541 \text{ \AA}$) configurada a 40kV e 20mA. A radiação dispersa foi detectada no intervalo angular de 5 a 50° (2θ), com velocidade de escaneamento de 8° min^{-1} a um passo de $0,06^\circ$.

O grau de cristalinidade relativa foi estimado quantitativamente, seguindo o método descrito por Zhang et al. (2009). A Figura 1 demonstra os parâmetros utilizados para o cálculo da cristalinidade relativa.

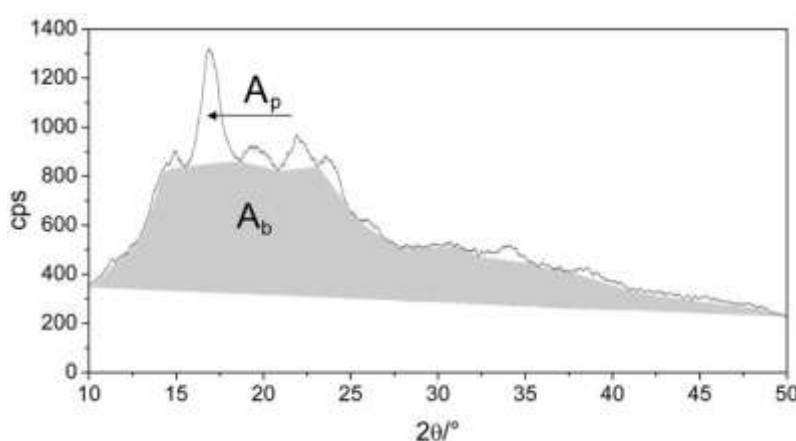


Figura 1: Parâmetros para o cálculo da cristalinidade.

Fonte: Zhang et al. (2009).

A área acima da curva foi tomada como a parcela cristalina (A_p), e a área mais baixa entre a curva e a linha base foi tomada como a parcela amorfa (A_b). A área do pico de difração superior e a área total de difração foram integradas. A equação para o cálculo da cristalinidade foi:

$$X_c = \frac{A_p}{(A_p + A_b)} \cdot 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde X_c refere-se ao grau de cristalinidade relativa, A_p é a área dos picos (parcela cristalina, A_b refere-se “a área de base” (parcela amorfa).

2.7 MICROSCOPIA DE FORÇA ATÔMICA MÉTODO DE NÃO CONTATO (NC-MFA)

O método de microscopia de força atômica foi realizado através do modo não-contato em um microscópio de força atômica SPM-9600 (SHIMADZU), que permitiu obter microimagens da superfície dos grânulos de amido com alta resolução, sem pré-tratamento da amostra. As microimagens permitiram o cálculo do diâmetro médio (d_m) e rugosidade média (r_m) para cada amostra de acordo com Juszczak, Fortuna e Krok (2003).

2.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados foram avaliados por análise estatística univariada (análise de variância - ANOVA) e pós-testes de Tukey para a comparação das amostras com nível de significância de 5% no software Statistica 7.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS AMIDOS DE PINHÃO

Através da análise de composição centesimal das amostras foi possível observar baixos teores de cinzas, lipídeos, proteínas e fibras, que evidenciam a eficiência de extração do amido e pureza superior a 87%. O rendimento da extração aquosa de amido de pinhão das amostras (a), (b), (c) e (d) foram de 33,4%, 30,2%, 34,3% e 32,3% respectivamente. O rendimento obtido para as amostras foi semelhante ao encontrado por Thys et al. (2010) de 33%.

Os resultados de composição centesimal das amostras de amido de pinhão obtidos neste estudo encontram-se na Tabela 1. O teor de carboidratos foi calculado por diferença.

Tabela 1: Composição centesimal das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteína (g/100g)	Fibras (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos (g/100g)
(a)	7,47± 0,15 ^a	0,33± 0,03 ^a	0,54± 0,04 ^c	2,89± 0,46 ^b	0,50± 0,01 ^a	88,26± 0,66 ^b
(b)	7,27± 0,35 ^b	0,24± 0,06 ^b	0,67± 0,11 ^a	1,57± 0,06 ^c	0,49± 0,02 ^c	89,99± 0,31 ^a
(c)	6,17± 0,37 ^c	0,20± 0,08 ^b	0,41± 0,01 ^d	3,35± 0,34 ^a	0,46± 0,04 ^b	89,58± 0,22 ^a
(d)	7,46± 0,20 ^a	0,35± 0,04 ^a	0,62± 0,05 ^b	3,40± 0,08 ^a	0,35± 0,08 ^a	87,71± 0,23 ^c

NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à determinação de umidade, os resultados da análise de variância revelaram que não houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as amostras (a) e (d) que apresentaram os maiores teores de umidade. No entanto, as amostras (b) e (c) diferenciaram das demais apresentando os menores valores de umidade. A umidade apresentada pelas amostras foram próximas a 7%, valores inferiores aos relatados por Thys et al. (2010) e Henriquéz et al. (2008) sendo de 12,21 e 10,84%, respectivamente. Os baixos teores de umidade podem promover maior estabilidade aos produtos facilitando seu transporte e armazenagem.

O teor de cinzas para os amidos de pinhão não diferiram significativamente entre as amostras (a) e (d), assim como para as amostras (b) e (c). O conteúdo de

cinzas variaram entre 0,20 a 0,35 % e foram próximos a 0,32%, valor determinado por Stahl et al. (2007) em estudo com amido de pinhão.

Todas as amostras de amido de pinhão diferiram entre si estatisticamente quanto ao teor de proteínas (0,41 a 0,67 g/100g), contudo foram superiores a 0,35%, valor encontrado por Thys et al. (2010).

As amostras de amido de pinhão em relação ao teor de fibras (1,57 a 3,40 g/100g), não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as amostras (c) e (d). Entretanto, as amostras (b) e (c) diferenciaram das demais apresentando os menores valores de fibras. No entanto esses valores foram inferiores ao determinado por Henriquéz et al. (2008), sendo de 1,2% para o amido de pinhão.

Na análise do teor de lipídeos as amostras (a) e (d) não diferenciaram entre si, porém as amostras (b) e (c) diferenciaram das demais. O conteúdo de lipídeos variou entre 0,35 a 0,50 g/100g e foram próximos a 0,3 e 0,47%, mencionados por Henriquéz et al. (2008) e Thys et al. (2010).

Segundo Stahl et al. (2007), as diferenças encontradas na composição centesimal estão relacionadas as diferenças de método de extração empregado e origem da matéria-prima.

3.2 DETERMINAÇÃO DE AMILOSE E AMILOPECTINA

Os teores de amilose e amilopectina determinados para as amostras de amido de pinhão estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2: Teores de amilose e amilopectina das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.

Amostra	Amilose (%)	Amilopectina (%)
(a)	26,40 ± 0,44 ^a	73,60 ± 0,24 ^b
(b)	26,67 ± 0,54 ^a	73,33 ± 0,13 ^b
(c)	26,68 ± 1,40 ^a	73,32 ± 0,17 ^b
(d)	23,76 ± 1,08 ^b	76,24 ± 0,21 ^a

NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de amilose foram semelhantes para os amidos de pinhão estudados por Stahl et al. (2007) e Thys et al. (2010), sendo de 23,54 e 26,30 % respectivamente. As amostras (a), (b) e (c) não diferiram entre si no teor de amilose,

no entanto, a amostra (d) diferiu significativamente das demais, demonstrando uma variação no teor de amilose dentro de uma mesma espécie botânica. Esta ocorrência também foi relatada por Hoover (2001) em seus estudos na avaliação de amilose em raízes e tubérculos, que pode ser explicado principalmente por diferenças de extração e condições de crescimento (ASCHERI, 2012). Contudo, tal fato evidencia que provavelmente existe uma diferença genética entre os acessos, uma vez que a coleta das amostras ocorreu no mesmo período e no Banco de Germoplasma, onde fatores como diferentes condições climáticas e solo não existem.

Os amidos de pinhão apresentaram valores de amilose (~25%) e amilopectina (~75%), tais valores são semelhantes ao encontrado para amido de milho (WEBER; COLLARES-QUEIROZ; CHANG, 2009). Assim, devido a essas características o amido de pinhão pode ser empregado possivelmente como o amido de milho, que forma um gel consistente que é bastante utilizado em sopas desidratadas e molhos que requerem viscosidade a quente. Já, para produtos que necessitam de armazenamento sob refrigeração, esse amido não é muito indicado devido à sinérese (exsudação de água), consequência do fenômeno de retrogradação (WEBER; COLLARES-QUEIROZ; CHANG, 2009).

3.3 ANÁLISES TÉRMICAS

3.3.1 Termogravimetria e análise térmica diferencial

As curvas simultâneas TG-DTA das amostras de amido de pinhão estão dispostas na Figura 2 e as temperaturas dos eventos observados na Tabela 3. O perfil das curvas TG e DTA foram similares as curvas observadas por Bicudo et al. (2009) para amido de pinhão, onde todas as curvas TG apresentaram três etapas de perda de massa, sendo a primeira referente à desidratação, com um pico endotérmico correspondente na curva DTA. Após a desidratação foi possível observar em todas as amostras uma etapa de estabilidade. A segunda e a terceira perda de massa podem ser atribuídas à decomposição de matéria orgânica, com um pico endotérmico correspondente na curva DTA. Ao final da curva TG foi observada a formação de resíduo carbonizado (cinzas). Após a etapa de estabilidade, no início

da segunda perda de massa, as amostras (b) e (c) apresentaram um pequeno pico endotérmico, seguido de picos exotérmicos.

O perfil das curvas TG-DTA foi semelhante entre as amostras (a) e (d) e entre as amostras (b) e (c), entretanto as perdas de massa e os picos não foram observados nos mesmos pontos. As curvas DTA das amostras (b) e (c) apresentaram um pequeno pico endotérmico após o pico exotérmico.

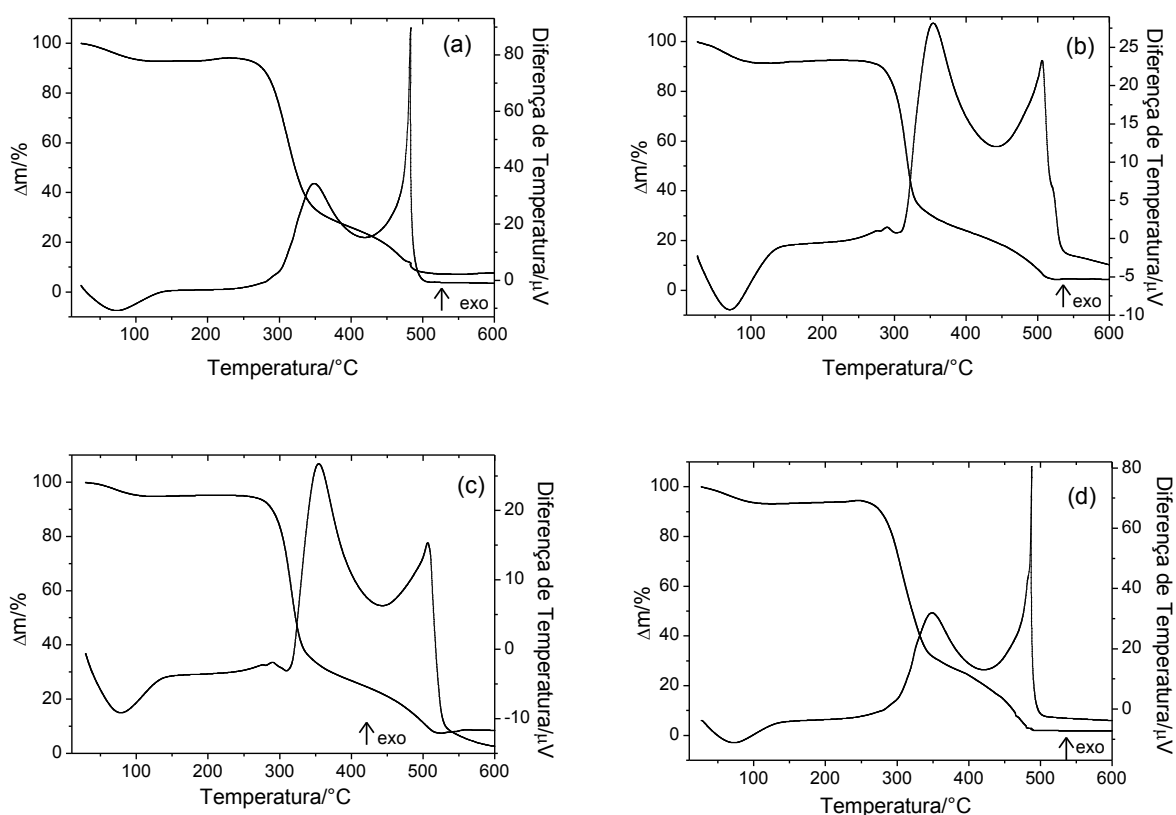


Figura 2: Curvas TG-DTA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.
 NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

Tabela 3: Resultados das curvas TG-DTA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.

Amostras	TG		DTA	
	Etapas	Δm (%)	ΔT (°C)	T_p (°C)
(a)	1ª	7,1	$T_{amb} - 117$	73 (endo)
	Estabilidade	–	117 – 239	-
	2ª	63,28	239 – 349	348 (exo)
	3ª	28,80	349 – 520	384 (exo)
	Resíduo	7,26	–	–
(b)	1ª	8,41	$T_{amb} - 105$	69 (endo)
	Estabilidade	–	105 – 257	-
	2ª	62,02	257 – 340	301 (endo); 355 (exo)
	3ª	28,96	340 – 522	506 (exo)
	Resíduo	4,44	–	–
(c)	1ª	5,16	$T_{amb} - 113$	78 (endo)
	Estabilidade	–	113 – 243	–
	2ª	65,40	243 – 351	309 (endo); 354 (exo)
	3ª	29,19	351 – 521	507 (exo)
	Resíduo	7,58	–	–
(d)	1ª	6,49	$T_{amb} - 103$	73 (endo)
	Estabilidade	–	103 – 247	–
	2ª	62,76	247 – 348	348 (exo)
	3ª	30,35	348 – 488	488 (exo)
	Resíduo	2,39	–	–

NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

Através da curva TG foi possível verificar a umidade de cada amostra (a), (b), (c) e (d), foi de 7,10%, 8,41%, 5,16% e 6,49%, respectivamente. De acordo com Solimann, El-Shinnawy e Mobarak (1997), a análise termogravimétrica permite determinar o teor de umidade em amostras em uma faixa de temperatura entre 30°C a 150°C em minutos, no entanto o método clássico requer 24h ou pesagem da amostra até peso constante. Tal fato pode ser verificado em ambos os métodos, termogravimétrico (Tabela 3) e o método oficial (Tabela 1), que apresentaram conteúdos semelhantes de umidade. No entanto o teor de cinzas foi superior no método termogravimétrico, tal fato pode ter ocorrido devido às diferenças existentes entre os métodos. Contudo, a termogravimetria possui a vantagem de utilizar menos amostra e ser mais rápida do que o método gravimétrico clássico.

3.3.2 Calorimetria exploratória diferencial

As curvas DSC obtidas para as amostras de amido de pinhão estão exibidas na Figura 3 e as temperaturas dos eventos observados na Tabela 4. O perfil das curvas DSC exibiu pico endotérmico relacionado à gelatinização para todas as amostras, sendo que a amostra (a) apresentou a maior entalpia de gelatinização (ΔH_{gel}) e um decréscimo subsequente foi observado para as amostras (b), (c) e (d).

A variação encontrada para os valores de ΔH_{gel} entre as amostras pode ser relacionada a quantidade de fibras presente nas amostras (Tabela 4), onde uma maior quantidade de fibras pode diminuir a disponibilidade do amido assim reduzindo a ΔH_{gel} e a maior quantidade de carboidratos inflige na maior necessidade de energia para que ocorra a gelatinização.

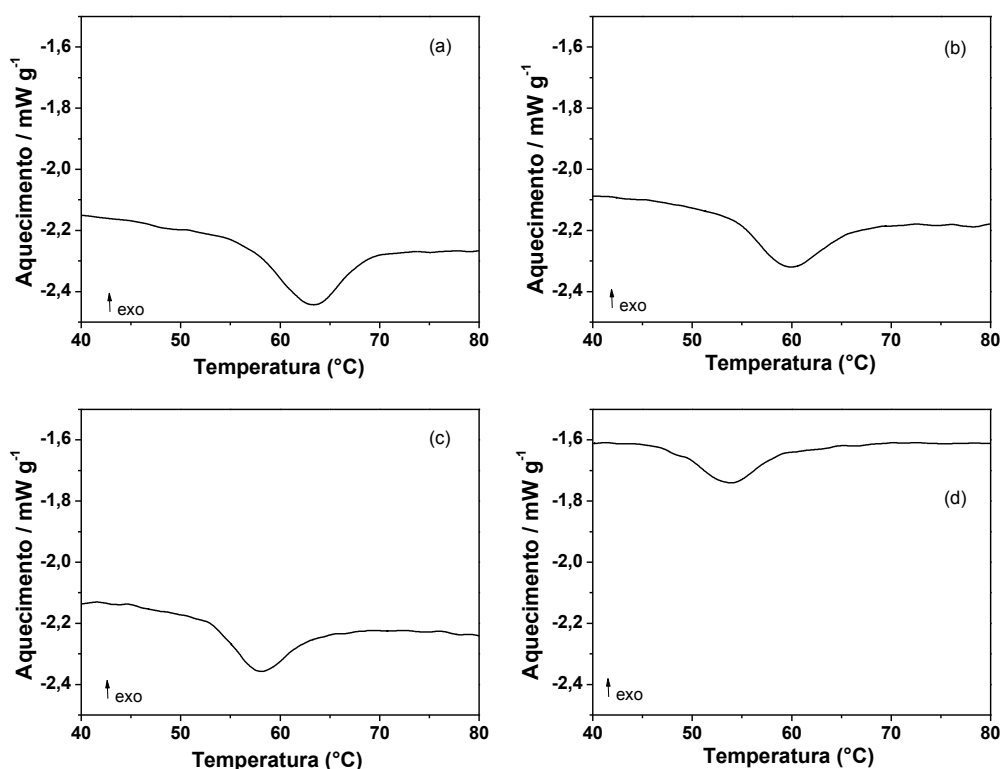


Figura 3: Curvas DSC das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.
 NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

Tabela 4: Resultados das curvas DSC das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.

Amostra	T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH _{gel} (J g ⁻¹)
(a)	57,97 ± 0,31 ^a	63,60 ± 0,10 ^a	67,27 ± 0,25 ^a	24,23 ± 0,31 ^a
(b)	55,17 ± 0,15 ^b	60,30 ± 0,36 ^b	65,07 ± 0,31 ^b	20,23 ± 0,21 ^b
(c)	54,70 ± 0,30 ^b	58,03 ± 0,15 ^c	61,43 ± 0,40 ^c	16,87 ± 0,32 ^c
(d)	50,30 ± 0,17 ^c	54,40 ± 0,26 ^d	58,30 ± 0,20 ^d	10,40 ± 0,40 ^d

NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

T_o: temperatura *onset*; T_p: temperatura de pico; T_c: temperatura de conclusão; ΔH_{gel}: entalpia de gelatinização. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As temperaturas *onset* (T_o), de pico (T_p) e de conclusão (T_c) foram maiores para a amostra (a) e decresceram sequencialmente para as amostras (b), (c) e (d). Tais diferenças sugerem uma diferença genética entre os materiais estudados.

Conforti e Lupano (2007), em seus estudos observaram que a temperatura inicial de gelatinização (T_o) para o amido de sementes argentinas de *Araucaria angustifolia* foi de 63,4 °C, a temperatura de pico (T_p) de 68,5 °C, a temperatura de conclusão (T_c) de 75,8 °C e entalpia de gelatinização (ΔH_{gel}) de 10,3 J g⁻¹. Já Bicudo et al. (2009) encontraram para o amido de sementes brasileiras de *Araucaria angustifolia* T_o e T_p de 46,5 e 50,9 °C, respectivamente. Assim, os valores de T_o e T_p observadas para as amostras deste estudo semelhantes aos determinados por Conforti e Lupano (2007) e Bicudo et al. (2009). Por outro lado a T_c e ΔH_{gel} dos amidos das diferentes amostras foi inferior a determinada por Conforti e Lupano (2007), tal fato pode ser explicado devido às diferenças experimentais, tais como o uso de equipamentos diferentes e condições de calibração diferentes, que podem justificar as diferenças de temperatura. Ainda, existem as diversidades de crescimento e genética que podem afetar as propriedades de gelatinização dos amidos.

3.4 PROPRIEDADES DE PASTA

Os resultados obtidos para a análise RVA estão dispostos na Figura 4 e na Tabela 5. A temperatura de pasta para cada amostra foi diretamente proporcional a ΔH_{gel} (DSC), sendo que a maior temperatura de pasta determinada foi para a amostra (a), seguida das amostras (b), (c) e (d). No entanto, a maior viscosidade máxima foi observada na amostra (b), seguida das amostras (c), (a) e (d).

Stahl et al. (2007) em seus estudos com amido de pinhão observou a temperatura de pasta a 59,6°C, valor este menor ao determinado para as amostras deste estudo. Porém, a baixa temperatura de pasta pode estar associada ao teor de amilose, conforme citado por Zaidul et al. (2007) no estudo com amido de batata. Tais diferenças podem ser atribuídas as diferentes regiões de origem das amostras e as condições experimentais empregadas.

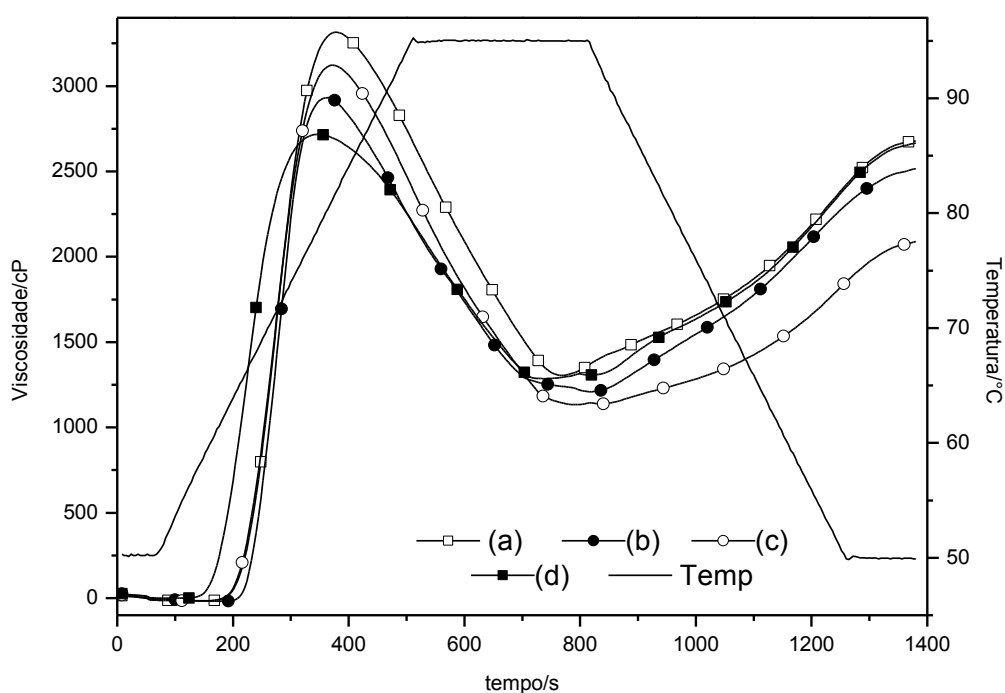


Figura 4: Curvas RVA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.
 NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

Tabela 5: Resultados das curvas RVA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.

Amostra	Temperatura de Pasta (°C)	Viscosidade de Pico (cP)	Tempo de Pico (s)	Setback (cP)	Quebra (cP)	Viscosidade Final (cP)
(a)	68,13 ± 0,16 ^a	3011,60 ± 1,22 ^c	366,00 ± 3,93 ^b	1357,47 ± 3,93 ^c	1840,59 ± 1,23 ^c	2530,48 ± 1,84 ^c
(b)	66,24 ± 0,65 ^b	3382,53 ± 2,50 ^e	379,00 ± 3,61 ^a	1507,25 ± 1,63 ^a	2182,85 ± 2,57 ^a	2703,27 ± 2,83 ^a
(c)	65,64 ± 0,09 ^b	3177,95 ± 2,62 ^t	369,00 ± 3,61 ^b	1033,04 ± 3,00 ^d	2104,81 ± 5,01 ^b	2107,17 ± 3,01 ^d
(d)	62,26 ± 0,46 ^c	2743,51 ± 3,13 ^c	344,33 ± 4,04 ^c	1487,41 ± 2,51 ^b	1543,71 ± 4,67 ^d	2692,53 ± 2,16 ^b

NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.5 DIFRATOMETRIA DE RAIOS X

De um modo geral, os difratogramas de raios X apresentam perfis semelhantes (Figura 5), com picos: (a), $2\theta = 15,1, 17,1$ e $23,1$; (b), $2\theta = 15,0, 17,1$ e $23,0$; (c), $2\theta = 15,0, 17,1$ e $23,0$; (d), $2\theta = 15,0, 17,0$ e $23,0$. O perfil observado para as amostras foram semelhantes ao encontrado por Conforti e Lupano (2007), característicos de amido do tipo A.

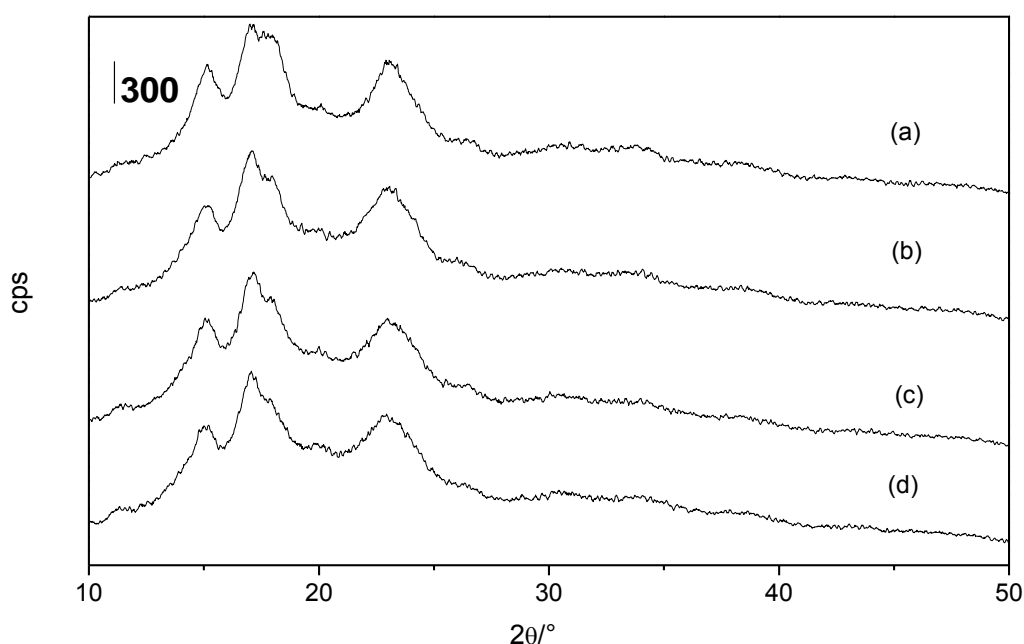


Figura 5: Difratogramas das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.
 NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

De acordo com a equação 1 (subitem 2.6), a cristalinidade relativa calculada (Tabela 6), evidencia que existe diferença entre os grânulos das amostras, uma vez que as amostras (a) e (c) apresentaram diferença significativa entre si e com as demais amostras. No entanto as amostras (b) e (c) não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$).

Tabela 6: Grau de cristalinidade relativas das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.

Amostra	Grau de Cristalinidade Relativa (%)
(a)	$28,43 \pm 0,11^a$
(b)	$26,46 \pm 0,27^b$
(c)	$25,96 \pm 0,15^b$
(d)	$25,43 \pm 0,23^c$

NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.6 MICROSCOPIA DE FORÇA ATÔMICA MÉTODO DE NÃO CONTATO (NC-MFA)

Através das observações feitas por meio de microscopia de força atômica (Figura 6) foi possível verificar nas microimagens que os grânulos de amido das amostras de pinhão possuem características morfológicas semelhantes, pois possuem forma arredonda e superfície com poucas irregularidades com regiões planas e lisas, sem profundas erosões ou poros.

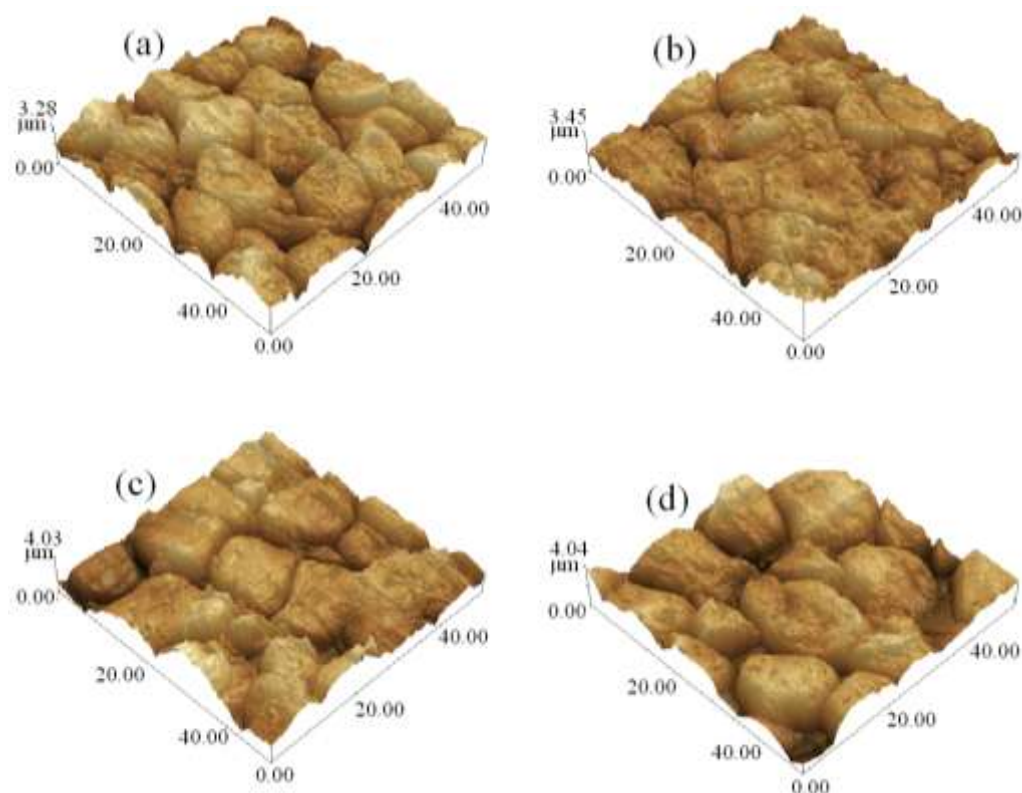


Figura 6: Microimagens das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.

NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

As imagens de microscopia de força atômica possibilitaram calcular o diâmetro médio e a rugosidade média dos grânulos de amido (Tabela 7).

Tabela 7: Resultados da NC-MFA das amostras dos amidos de pinhão de diferentes procedências.

Amostra	20 μm	
	d_m (μm)	r_m (μm)
(a)	$13,63 \pm 1,33^{ab}$	$298,89 \pm 1,15^d$
(b)	$14,20 \pm 1,34^{ab}$	$310,03 \pm 1,52^c$
(c)	$12,41 \pm 1,67^b$	$326,16 \pm 1,38^b$
(d)	$16,21 \pm 0,73^a$	$341,44 \pm 1,82^a$

NOTA: Amostras (a) acesso 202/ Ipiúna de Caldas; (b) acesso 222/ Ipiúna de Caldas; (c): acesso 223/ Ipiúna de Caldas; (d) acesso 237/ Irati.

d_m = diâmetro médio; r_m = rugosidade média. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A maior r_m foi observada na amostra (d), sendo que houve um decréscimo gradual para as amostras (c), (b) e (a). Houve diferença estatisticamente significativa entre todas as amostras em relação ao parâmetro r_m .

A amostra (d) apresentou maior d_m em relação as amostras (b), (a) e (c), onde o d_m decresceu sequencialmente. O d_m da amostra (d) foi significativamente diferente da amostra (c), no entanto as amostras (a),(b) e (c) não diferiram estatisticamente entre si. Esses valores foram similares aos determinados por Conto et al. (2011) que realizou a medida dos grânulos de amido de pinhão através de microscopia eletrônica e estes apresentaram diâmetros de 10 e 25 μm . Naguleswaran et al. (2012), em seus estudos com amidos de tritcale, trigo e milho observaram diâmetros na escala de 3-33 μm , 2-29 μm e 2-27 μm , respectivamente para suas amostras. Assim, os diâmetros das amostras deste estudo se assemelharam aos de trigo e milho determinados por Naguleswaran et al. (2012).

4 CONCLUSÃO

A extração aquosa do amido dos pinhões (sementes de *Araucaria angustifolia*) sem a adição de compostos químicos se mostrou ser um método simples e eficaz, uma vez que proporcionou um elevado rendimento com baixo teor de lipídeos, proteínas, fibras e cinzas.

O teor de amilose e amilopectina assemelharam-se ao amido de milho sugestionando sua utilização em sopas e molhos.

As curvas TG-DTA apresentaram similaridade entre as amostras com pequenas variações na temperatura dos eventos observados. As curvas DSC evidenciaram valores de ΔH_{gel} e temperaturas de gelatinização decrescentes para as amostras, provavelmente devido ao teor de fibras que podem diminuir a disponibilidade do amido assim reduzindo a entalpia de gelatinização.

Através dos parâmetros avaliados (propriedades de pasta RVA, análises térmicas, microscopia de força atômica e raios X) foi possível observar um comportamento contrastante e diferente entre os amidos estudados. Contudo, tal fato evidencia que provavelmente existe uma diferença genética entre os acessos, uma vez que as condições experimentais foram as mesmas e a coleta das amostras ocorreu no mesmo período e no mesmo Banco de Germoplasma, onde fatores como diferentes condições climáticas e solo não existem.

REFERÊNCIAS

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th. ed. Gaithersburg. 2005. Revisão 2011.

ASCHERI, D. P. R. BOENO, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; ASCHERI, J. L. R. Correlation between grain nutritional content and pasting properties of pre-gelatinized red rice flour. **Revista Ceres**. v. 59, n. 1, p. 16-24. 2012.

BELLO-PÉREZ, L. A.; GARCÍA-SUÁREZ, F. J.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M.; CORDENUSI, B. R. Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: a novel starch for application in food industry. **Sarch/Stärke**, v.58, p. 283 – 291, 2006.

BICUDO, S. C. W.; DEMIATE, I. M.; BANNACH, G.; LACERDA, L. G.; CARVALHO FILHO, M. A. S.; IONASHIRO, M.; SCHNITZLER, E. Thermoanalytical study and characterization of native starches of Paraná pine seeds (*Araucaria angustifolia*, Bert O. Ktze) and European chestnut seeds (*Castanea sativa*, Mill). **Eclética Química**, v.34, n. 1, p. 7-12, 2009.

BITTENCOURT, J. V. M.; HIGA, A. H.; MAZZA, M. C. ; RUAS, P. M.; CACCAVARI, M.; FASSOLA, H. **Conservation, management and sustainable use of Araucaria angustifolia genetic resources in Brazil**, in: B. Vincenti, W. Amaral, B. Meilleur (Ed.), Challenges in Managing Forest Genetic Resource for Livelihoods: Examples from Argentina and Brazil, IPGRI, Roma, 2004, pp. 133–148.

CAPELLA, A. C. V.; PENTEADO, P. T. P. S.; BALBI, M. E. Semente de *Araucaria angustifolia*: aspectos morfológicos e composição química da farinha. **Boletim CEPPA**, v. 27, n. 1, p. 135-142, 2010.

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Starch Characterisation of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* Seeds. **Sarch/Stärke**, v.59, p. 284 – 289, 2007.

CONTO, L. C.; PLATA-OLVIEDO, M. S. V.; STEEL, C. J.; CHANG, Y. K. Physico-chemical, morphological, and pasting properties of pine nut (*Araucaria angustifolia*) starch oxidized with different levels of sodium hypochlorite. **Starch/Stärke**. v. 63, p. 198–208, 2011.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Tradução Adriano Brandelli et al. 4ªed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

GRODZKI, L.; BOEGER, M. R. T. Caracterização da vegetação pioneira de uma área de exploração de *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), no município de Colombo –PR. **Revista Floresta**. v. 31, n. 12, p. 3-98, 2004.

HENRÍQUEZ, C.; ESCOBAR, B.; FIGUEROLA, F.; CHIFFELLE, I.; SPEISKY, H.; ESTÉVEZ, A. M. Characterization of piñon seed (*Araucaria araucana* (Mol) K. Koch) and the isolated starch from the seed. **Food Chemistry**, v. 107, p. 592 – 601, 2008.

HOOVER, R. Composition, molecular structure and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 45, p. 253-267, 2001.

IONASHIRO, M.; **Fundamentos de termogravimetria e análise térmica diferencial / calorimetria exploratória diferencial**. 1. ed. São Paulo: Giz, 2005. 80p.

ISO - International Organization for Standardization. International name: Determination of amylose content - Part 1: Reference method. S. I., 2007. 5 p. (ISO 66470).

JUSZCZAK, L.; FORTUNA, T.; KROK, F. Non-contact atomic force microscopy of starch granules surface. Part I. Potato and tapiocastarches. **Starch**, v. 55, p. 1-7, 2003.

NAGULESWARAN, S.; LI, J.; VASANTHAN, T.; BRESSLER, D.; HOOVER, R. Amylose of large and small granules of native triticale, wheat and corn starches using a mixture of amylase and glucoamylase. **Carbohydrate Polymers**. v. 88, p. 864–874, 2012.

PÉREZ, S.; BALDWIN P. M.; GALLANT, D. J. Structural features of starch granules I. In: BEMILLER, J. e WHISTLER, R. (ed). **Starch: Chemistry and Technology**. New York: Elsevier, 2009. 149-192p. (Food Science and Technology International Series).

ROUQUEROL, J.; WADSÖ, I.; LOVER, T. S.; HAINES, P. J. **Developments in Nomenclature**. In: Gallagher, P.; Brown, M., editors. Handbook of Thermal Analysis & Calorimetry - Recent Advances, Techniques and Applications. 2008.

SOLIMANN, A. A. A.; EL-SHINNAWY, N. A.; MOBARAK, F. Thermal behavior of starch and oxidized starch. **Thermochimica Acta**, v. 296, p. 149-53, 1997.

STAHL, J. A. LOBATO, L. P.; BOCHI, V. C.; KUBOTA, E. H. GUTKOSKI, L. C.; EMANUELLI, T. Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia* Bert, O. Ktze) starch phosphates. **Lebensmittel-wissenschaft & Technologie**, v. 40, p. 1206-1214, 2007.

THYS, R. C. S.; NOREÑA, C. P. Z.; MARCZAK, L. D. F.; AIRES, A. G.; CLADERA-OLIVERA, F. Adsorption isotherms of pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds) starch and thermodynamic analysis. **Journal of Food Engineering**, v.100, p. 468-473, 2010.

VILLALOBOS, V. M.; FERREIRA, P.; MORA, A. The use of biotechnology in the conservation of tropical germplasm. **Biotechnology Advances**. v. 9, p. 197–215, 1991.

WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Food Science and Technology**. v.29, n.4, p.748-753, 2009.

WENDLANT, W. W. **Thermal analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

ZAIDUL, I. S. M.; YAMAUCHI, H.; KIM, S-J.; HASHIMOTO, N.; NODA, T. RVA study of mixtures of wheat flour and potato starches with different phosphorus contents. **Food Chemistry**, v. 102, p. 1105-11, 2007.

ZHANG, L.; WEIGUANG, X.; ZHAO, X.; LIU, Y.; GAO, W. Study on the morphology, crystalline structure and thermal properties of yellow ginger starch acetates with different degrees of substitution, **Thermochimica Acta**, v.495, p. 57–62, 2009.

CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS COM E SEM REFRIGERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE PINHÕES (SEMENTES DE *Araucaria angustifolia*)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos diferentes tipos de embalagens e duas condições de armazenamento nas características físico-químicas de pinhões (sementes de *Araucaria angustifolia*) oriundos do Banco de Germoplasma de *Araucaria angustifolia* da Embrapa Florestas Colombo - PR. As pinhas foram coletadas em estágio de maturação fisiológica e mantidas em temperatura ambiente até que se abrissem naturalmente, liberando as sementes. Os pinhões, então foram selecionados em função da integridade física, limpos e acondicionados em dois tipos de embalagens: sacos de estopa e embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade, e sob duas condições de armazenamento: com refrigeração (6,5 °C) e temperatura ambiente. Para avaliar a vida útil do produto foram realizadas as análises de composição centesimal nos tempos 0 e 90 dias, já as variáveis umidade, atividade de água, perda de massa, cor de casca, cor da amêndoa, pH, açúcares solúveis, teor de amido e quantificação de sementes avariadas foram avaliadas a cada 15 dias. A embalagem que melhor preservou as características dos pinhões ao longo do período de armazenamento foi a de polietileno sob temperatura de refrigeração (6,5 °C). Fato comprovado pela baixa perda de massa, manutenção do conteúdo de umidade mais estável durante o período de armazenamento, maior preservação da textura, pouca variação de pH e parâmetros de cor. Já o pinhão armazenado em saco de estopa e mantido em temperatura ambiente apresentou maior decréscimo de umidade, maior degradação da cor e maior índice de perda por danos como apodrecimento e brotação. Diante dos resultados apresentados pode-se afirmar que a comercialização de pinhões mantidos sob refrigeração é viável em embalagem de polietileno durante 90 dias.

Palavras-chave: Pinhão; Banco de Germoplasma; Embalagem; Conservação; Pós-colheita.

ABSTRACT

The aim of the present work was to evaluate the effect of different packaging materials and two storage conditions on the physico-chemical characteristics of *pinhão* (*Araucaria angustifolia* seeds) originated from the Germplasm Bank of *Araucaria angustifolia* from Embrapa Forests Colombo - PR. The *pinhões* were collected in the physiological stage of maturity and maintained at room temperature until opened ripening naturally, releasing the seeds. The *pinhões* were selected based on their physical integrity, cleaned and packaged in two types of packaging: burlap bags and plastic packaging of low density polyethylene, and storage under two conditions: with refrigeration (6,5 °C) and room temperature. To evaluate the shelf life of the product analyzes of proximate composition of the times 0 and 90 were performed, however the variables moisture, water activity, weight loss, peel color, almond color, pH, soluble sugars, starch and quantification of damaged seeds were evaluated every 15 days. The package that better preserved the characteristics of *pinhões* along the storage period was of polyethylene under refrigeration (6,5 °C). The fact was proven by the low mass loss, maintaining the moisture content stable during the storage period, greater preservation of texture, little variation in pH and color parameters. However the pinion stored in burlap bag and maintained at room temperature had a higher decrease of water content, higher color degradation and higher rate of loss for damage like rot and sprouting. Considering the presented results it can be affirmed that the marketing of *pinhões* maintained under refrigeration is viable in polyethylene bags by 90 days.

Keywords: *Pinhão*; Germplasm Bank; Package; Conservation; Postharvest.

1 INTRODUÇÃO

A árvore *Araucaria angustifolia* é uma robusta conífera, perene com dimensões médias de 2 metros de diâmetro e de 35 a 60m de altura. É encontrada na floresta Ombrófila Mista conhecida Floresta com Araucária ou pinheiral, encontrada principalmente na Argentina, Chile, Paraguai e Brasil, onde é denominada popularmente de Pinheiro do Paraná (BITTENCOURT et al., 2004; MENEZES et al., 2009).

A sua semente, o pinhão, possui formato cuneiforme, com uma casca resistente de coloração avermelhada quando maduro. No seu interior pode-se localizar o endosperma branco e o embrião rico em lipídeos. O pinhão possui grande importância nutricional, uma vez que é constituído por proteínas, lipídeos e carboidratos e maior proporção o amido (35% da semente), o qual faz parte da alimentação humana e animal (ZANDEVALLI; DILLENBURG; SOUZA, 2004; CORDENUNSI et al., 2004)

Apesar de sua importância, a *Araucaria angustifolia* encontra-se em extinção, devido à exploração comercial de madeira, derrubadas para expansão de território, formação de pastagens o que restringem a propagação da espécie (BITTENCOURT et al., 2004). Poucos estudos vêm sendo realizados visando elucidar as propriedades e aplicações dos pinhões. Ressalta-se que estes trabalhos são de grande importância não só ao meio ambiente, mas também a comunidade científica, indústrias, e para a sociedade em geral, que deseja maior qualidade dos produtos consumidos e qualidade de vida.

Devido à necessidade de preservação genética da floresta de Araucárias alguns projetos têm sido realizados visando à sua conservação em Banco de Germoplasma. O Banco Ativo de Germoplasma de Araucária é uma área composta por árvores originárias de materiais de diferentes procedências, perfazendo os denominados acessos. Esses acessos vêm sendo estudados com intuito de caracterizar e avaliar a diversidade do germoplasma disponível bem como fornecer matéria prima de rastreabilidade para estudos científicos (JOHNSON; PACHICO; VOYSEST, 2003; VILLALOBOS; FERREIRA; MORA, 1991).

Durante o armazenamento a deterioração acontece progressivamente e é causada pela atividade de microrganismos ou reações bioquímicas, físicas e

fisiológicas que ocorrem no produto. Esse evento pode tornar o alimento indesejável ao consumidor que percebe suas alterações pela cor, sabor, textura, aparência e odor. Os danos são amplamente afetados pelas condições de embalagem, temperatura, armazenamento, bem como pelo estágio de maturidade da cultivar (LIU; LI, 2006; TOIVONEN; BRUMMELL, 2008). O prolongamento na vida de prateleira pode ser obtido através do emprego de matérias-primas de boa qualidade, boas práticas durante o processamento e ao longo da exposição comercial, o uso de embalagens apropriadas e controle cuidadoso da temperatura e da umidade relativa do ar (CORBO et al., 2004; BRECHT et al., 2003).

O monitoramento da temperatura no armazenamento é fundamental para a manutenção da qualidade do produto e do prolongamento da vida de prateleira de frutas e vegetais após a colheita. Isso devido ao fato de que os processos metabólicos, como a respiração, a transpiração, o amadurecimento e a maioria das reações que contribuem para a redução da qualidade dos produtos são, em grande parte, dependente da temperatura (TANO et al., 2007).

Embalagens apropriadas podem estender o armazenamento dos produtos embalados, pois conferem proteção mecânica, química e biológica, além de exercer barreira a luz, oxigênio, umidade, microrganismos, poeira e gases (MONTERO-CALDERÓNA; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2008; QI et al., 2014).

A vida de prateleira de um produto pode ser estimada, consistindo em uma avaliação do acondicionamento do produto nas embalagens, estocagem em condições controladas e análises periódicas para avaliação da deterioração do produto seguida, ou não, de aceitabilidade organoléptica (GIMÉNEZ, ARES; ARES, 2012; LEE et al. 2003).

O pinhão é um produto que não está disponível no mercado o ano todo, pois existe um período de entressafra. Além disso, este produto é comercializado sem nenhum pré-processamento, desprovido de embalagem protetora e não há controle de temperatura no local de comercialização. Os estudos científicos que abordam as condições de conservação do pinhão são escassos e a maioria deles não tem reprodutibilidade uma vez que adquiriram a matéria prima do mercado, não levando em consideração a variação genética e o período de coleta.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar as alterações físico-químicas de pinhões com rastreabilidade, simulando as condições de armazenamento adotadas pelos consumidores e produtores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA-PRIMA

As pinhas da *Araucaria angustifolia*, foram coletadas do acesso k09B08 procedente de Telêmaco Borba - PR, presentes no Banco de Germoplasma de *Araucaria angustifolia* da Embrapa Florestas localizado sobre as coordenadas 7°0'37"S e 37°20'14"W no município de Colombo – PR. Esta região apresenta clima típico de desenvolvimento dessa espécie, sendo do tipo Cbf, de Köeppen que é Subtropical Úmido Mesotérmico, apresentando uma temperatura média de 22° C no mês mais quente e de 18 °C do mês mais frio. Os invernos são rigorosos com ocorrências de geadas severas e frequentes (GRODZKI; BOEGER, 2001).

As pinhas foram coletadas em estágio de maturação fisiológica e mantidas em temperatura ambiente até que se abrissem naturalmente, liberando as sementes. Os pinhões foram selecionados em função da integridade física, limpos e acondicionados em dois tipos de embalagens: sacos de estopa (18,5 X 21,0 cm) e embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade (marca Girassol; 10,0 X 24,0 cm), com espessura média dos filmes: 0,08mm, taxa de permeabilidade de 4,057 g/m².dia (37,8°C/80%UR) e permeabilidade ao vapor de água: 6,189.10⁻¹⁰ (g/m².dia.Pa) (37,8°C/80%UR). Cada embalagem continha em média 100 g de pinhão. Duas condições de armazenamento foram empregadas: com e sem refrigeração.

2.2 METODOLOGIA

A composição centesimal foi avaliada nos tempos 0 (zero) e 90 dias, já as variáveis umidade, atividade de água, perda de massa, cor de casca, cor da amêndoa, pH, açúcares solúveis, teor de amido e quantificação de sementes avariadas foram avaliadas a cada 15 dias.

2.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Os teores de umidade, proteína, lipídeos, cinzas e fibra alimentar foram determinados através dos protocolos 925.10, 960.52, 920.39C, 923.03 e 962.09, respectivamente, da AOAC (2011).

2.4 EFEITO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

2.4.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado por leitura direta em balança de infravermelho, marca Sartorius (modelo MA35). O procedimento para a determinação foi conforme recomendação do manual do fabricante.

2.4.2 Atividade de água

A atividade de água foi avaliada em determinador de atividade de água, marca Acqua Lab série3B V.3. O procedimento para a determinação foi conforme recomendado pelo manual do fabricante, onde as amostras descascadas e trituras foram acondicionadas no recipiente apropriado e a leitura realizada (SILVA et al., 2009).

2.4.3 Perda de massa

O procedimento para a determinação da perda de massa durante o armazenamento foi realizado de acordo com Javanmardi e Kubota (2006), onde as amostras foram pesadas e seu peso subtraído da massa inicial. A perda de massa foi expressa em porcentagem em relação à massa inicial.

2.4.4 Textura

A textura da amêndoa dos pinhões foi avaliada através da determinação da firmeza obtida pelo texturômetro (CT1, Brookfield, Middleboro, MA, USA) com ponta

de prova cilíndrica em aço inoxidável com 2 mm de diâmetro e 20 mm de comprimento (TA 39). O pinhão descascado manualmente foi centralizado na base (TA-BT-KIT) para a execução do teste de força de compressão, com profundidade de penetração de 5,0 mm e velocidade de 0,5 mm s⁻¹. Os resultados de firmeza foram expressos em Newton (N).

2.4.5 Cor da casca e amêndoa

Para a determinação da cor da casca e da amêndoa foi utilizado um colorímetro portátil (Miniscan XE Plus, modelo 45/0-L, Hunter Associates *Laboratory* Inc., Reston, VA, USA) com sistema CIE L*a*b* que consiste em três componentes de cores: (L*) luminosidade, que varia de 0 (preto) a 100 (branco), (a*), que varia de verde (negativo) a vermelha (positivo) e (b*), que varia de azul (negativo) a amarela (positivo), os dois últimos não possuindo limites numéricos específicos. O ângulo do observador empregado foi de 10°, o iluminante D65 e o equipamento foi calibrado utilizando-se padrões de cor fornecidos pelo fabricante.

A cor da amêndoa foi obtida pela leitura direta da amêndoa triturada em processador (Black & Decker, modelo KPMHC31X). Já a cor da casca foi avaliada com o auxílio de um suporte opaco o qual exclui a interferência da luz externa na amostra. O pinhão com casca foi introduzido no suporte, sendo realizadas medidas de cor em quatro posições, sendo duas com a parte externa do pinhão para cima e duas com a parte interna do pinhão para cima, totalizando as quatro leituras da cor. O resultado final da cor da casca é obtido pela média dos valores dos parâmetros de L, a* e b* (MacDOUGALL, 2000; COSTA et al., 2013).

2.4.6 Análise de pH

A amêndoa do pinhão foi triturada e homogeneizada em um triturador (Marca: Black & Decker, modelo KPMHC31X), onde 10 g da amostra foram diluídos em 100 mL de água e o pH determinado no equipamento da marca Hanna Instruments (modelo HI221 calibration check microprocessor pH meter) previamente calibrado (IAL, 2005).

2.4.7 Teor de açúcares

As análises foram feitas pelo método fenol-sulfúrico de acordo com DUBOIS et al. (1956), onde a análise se baseia na determinação de açúcares simples, polissacarídeos e seus derivados incluindo os metil-ésteres com grupos redutores livres, após a desidratação dos mesmos pelo ácido sulfúrico e subsequente complexação dos produtos formados com o fenol. A mudança da cor da solução é medida na região do visível e é proporcional à quantidade de açúcares presentes na amostra. Os teores de açúcares totais foram determinados por espectrofotometria a um comprimento de onda de 490 nm utilizando-se uma curva padrão de glicose no intervalo de 10 a 90 mg.

2.4.8 Teor de amido

Os teores de amido foram determinados através do protocolo 996.11 da AOAC (2011). Uma curva de calibração utilizando glucose como padrão foi construída.

2.4.9 Teor de avariados

As sementes que apresentaram podridão, danos causados por insetos, brotamento e/ou fungos foram descartadas e contabilizadas como avariadas.

2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento consistiu de 3 tratamentos, sendo T1 (pinhões em embalagem de estopa e conservação em temperatura ambiente), T2 (pinhões em embalagem de estopa e conservação refrigerada) e T3 (pinhões em embalagem de polietileno e conservação refrigerada). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com três repetições.

Os resultados foram avaliados por análise estatística univariada (análise de variância - ANOVA) e testes de médias de Duncan através do *software Statistica 7.0* (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS AMOSTRAS DE PINHÃO

Os resultados obtidos de composição centesimal das amostras de pinhão nos tempos de armazenamento 0 (zero) e 90 dias encontram-se na Tabela 1. O teor de carboidratos foi calculado por diferença.

Tabela 1: Composição centesimal das amostras de pinhão nos diferentes tratamentos.

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteína (g/100g)	Fibras (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos (g/100g)
T1 – 0	56,19± 0,28 ^a	2,85± 0,14 ^b	6,49± 0,18 ^{ab}	7,11± 0,14 ^a	2,33± 0,13 ^{ab}	25,03± 0,31 ^d
T2 – 0	56,25± 0,55 ^a	2,96± 0,13 ^b	6,38± 0,30 ^{abc}	5,69± 0,55 ^b	2,25± 0,11 ^{ab}	26,48± 0,65 ^d
T3 – 0	55,29± 0,39 ^a	3,88± 0,11 ^a	6,72± 0,20 ^a	7,27± 0,14 ^a	1,87± 0,06 ^b	25,09± 0,37 ^d
T1 – 90	34,66± 1,10 ^c	3,74± 0,25 ^a	6,01± 0,17 ^{abc}	6,86± 0,24 ^a	2,49± 0,23 ^a	46,25± 1,99 ^a
T2 – 90	44,26± 3,06 ^b	3,94± 0,29 ^a	5,78± 0,34 ^{bc}	5,56± 0,46 ^b	2,56± 0,54 ^a	37,90± 3,52 ^b
T3 – 90	46,48± 0,97 ^b	4,10± 0,51 ^a	5,73± 0,68 ^c	7,23± 0,35 ^a	2,31± 0,47 ^{ab}	34,16± 1,21 ^c

NOTA: Amostras armazenadas sob temperatura ambiente e embalagem de estopa (T1); Amostras armazenadas sob refrigeração e embalagem de estopa (T2); Amostras armazenadas sob refrigeração e embalagem de polietileno (T3). Tempos de armazenamento zero (0) e noventa (90) dias. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

As variações ocorridas no início do tratamento decorrem das variações naturais da matéria-prima já que os pinhões foram coletados da mesma matriz.

Em relação à umidade, os resultados da análise de variância revelaram que não houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no início do armazenamento, conforme já esperado, uma vez que os pinhões haviam sido recém coletados e estavam no início do armazenamento. No entanto, todas as amostras no 90° dia exibiram redução de umidade em relação às amostras do período inicial de estocagem. As amostras do 90° dia T2 e T3 não diferenciaram entre si, sendo que ambas foram refrigeradas. No entanto, a amostra T1 (armazenamento em temperatura ambiente) foi afetada significativamente pela perda da umidade ao longo do período analisado. A perda da umidade leva a perda da turgidez comprometendo o aspecto dos pinhões. Os valores de umidade no período final de experimentos foram próximos aos relatados por Cladera-Olivera et al. (2008) e Henríquez et al. (2008) sendo de 42,72 e 46,7%, respectivamente.

O teor de cinzas para os pinhões no início do experimento não diferiram significativamente entre as amostras T1 e T2, no entanto a amostra T3 diferiu de

ambas. Já no 90° dia não houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, porém nesse período o teor de cinzas foi maior ao período inicial, provavelmente devido à redução do teor de umidade. O conteúdo de cinzas foram análogos aos valores declarados por Cordenunsi et al. (2004), 1,60%, e Henriquéz et al. (2008), 2,15%.

As amostras de pinhão não diferiram estatisticamente, entre os tratamentos, quanto ao teor de proteínas tanto no tempo 0 quanto no tempo de 90 dias. As amostras T1 e T2 ao final do experimento não diferiram significativamente das amostras T1 e T2 do período inicial. Já a amostra T3 no tempo 90 diferiu da T3 no tempo inicial. O teor proteico dos pinhões durante o armazenamento ficou entre os valores determinados por Cordenunsi et al. (2004) e Henriquéz et al. (2008), 3,57% e 7,81%, respectivamente.

O teor de fibras foi pouco variável entre as amostras, não exibindo diferença estatisticamente significativa entre os períodos avaliados para as amostras T2 e T3. Entretanto, a amostra T1 apresentou diferença estatisticamente significativa tanto no início quanto no final do armazenamento, havendo redução no teor de fibras. Os pinhões avaliados por Cordenunsi et al. (2004) evidenciam valor inferior (4,89%) de fibras aos determinados para os pinhões em estudo, provavelmente essa diferença pode ter ocorrido por variações regionais ou entre genótipos das plantas.

Na análise do teor de lipídeos as amostras em estudo não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os períodos e tratamentos avaliados. Os valores determinados foram próximos a 1,11%, 1,24% e 1,26%, mencionados por Henriquéz et al. (2008), Cordenunsi et al. (2004) e Cladera-Olivera et al. (2008).

Os resultados da análise de variância revelaram que não houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no início do armazenamento para o teor de carboidratos. Porém, no 90° dia de armazenamento, o teor de carboidratos aumentou (T1: de 25,03 a 46,25 g/100g; T2: de 26,48 a 37,90) de maneira significativa entre as embalagens estudadas e com o período inicial. Esse aumento que pode ter sido em função da redução da umidade que elevou o teor de sólidos totais

Segundo Stahl et al. (2007), as diferenças encontradas na composição centesimal podem estar relacionadas as diferenças de origem da matéria-prima.

3.2 EFEITO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

O perfil da temperatura na câmara refrigerada apresentou temperaturas máximas e mínimas, sendo o valor médio observado de 6,5 °C Já o perfil de temperatura do ambiente apresentou valor médio observado de 16,9 °C. A umidade relativa registrada para a câmara refrigerada ficou na faixa de 72,3%, já para o ambiente foi de 71,4 %.

Os resultados das análises físico-químicas de umidade, atividade de água, perda de massa e textura estão apresentados na Figura 1. Já os resultados das análises físico-químicas e de cor com as avaliações dos testes de médias de Duncan estão dispostos no APÊNDICE 1.

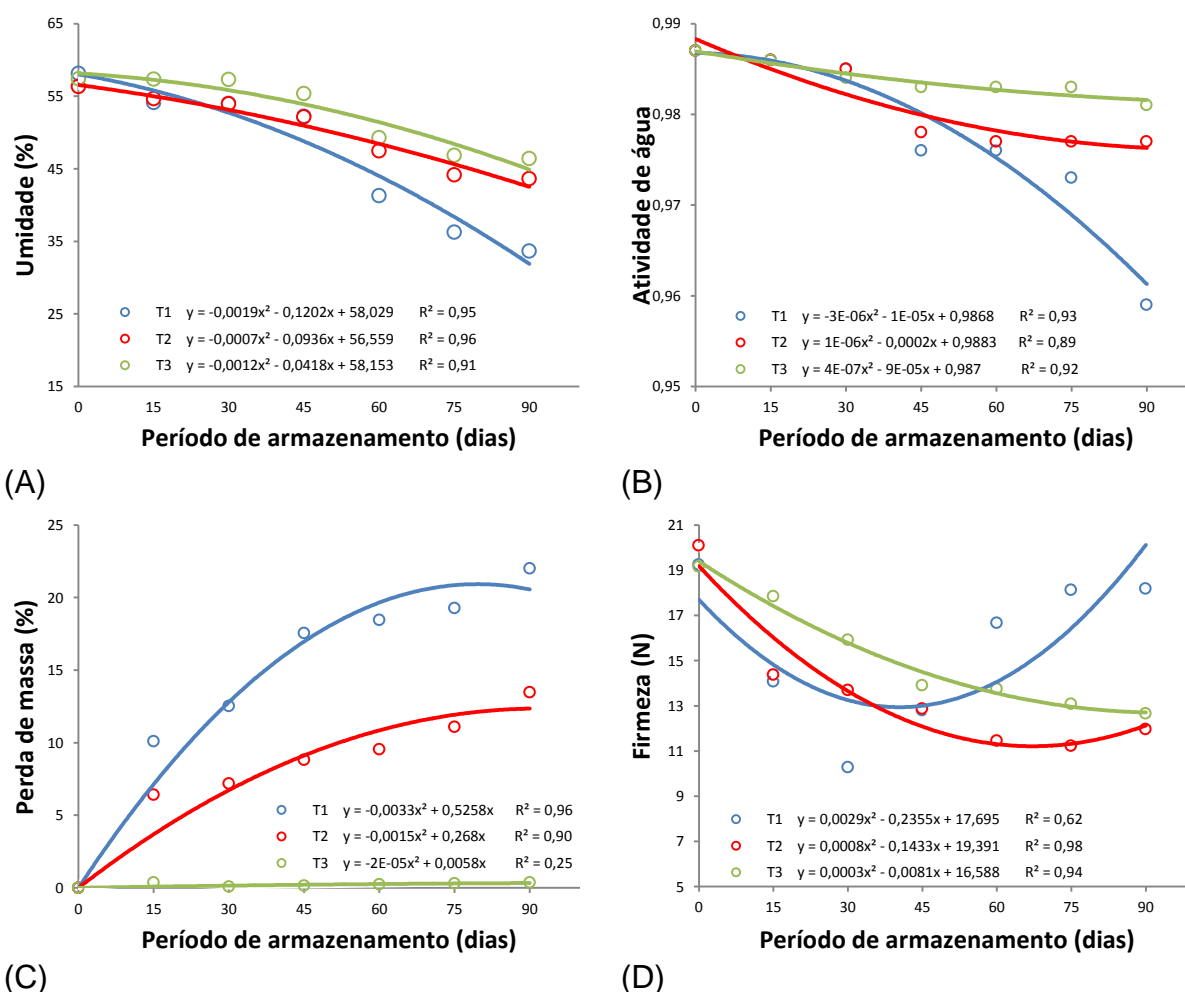


Figura 1: Correlações do efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas dos pinhões: (A) Firmeza; (B) Atividade de água; (C) Perda de massa; (D) Teor de umidade.

NOTA: Amostras armazenadas a temperatura ambiente e em embalagem de estopa (T1); Amostras armazenadas sob refrigeração e em embalagem de estopa (T2); Amostras armazenadas sob refrigeração e em embalagem plástica (T3). Tempos de armazenamento de zero (T0) e noventa (T90) dias.

A umidade (Figura 1-A), em base úmida, reduziu de 58,14% no primeiro dia para 33,64% no nonagésimo dia nas amostras embaladas em saco de estopa e mantidas em temperatura ambiente (T1). Nas amostras acondicionadas em saco de estopa com refrigeração (T2) a umidade variou de 56,31% a 43,62% no mesmo período. E nas amostras contidas em saco plástico (T3), a variação foi de 57,37% no início e 46,41% no final do experimento. Foi verificada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos no 1° e do 60° ao 90° dia de armazenamento, ou seja, o período de armazenamento e o tipo de acondicionamento afetaram significativamente o conteúdo de umidade nas amostras analisadas. O conteúdo de umidade médio obtido para os pinhões está de acordo com o valor encontrado por Henriquéz et al. (2008), Cordenunsi et al. (2004) e Cladera-Olivera et al. (2008), que determinaram umidade de 42,72%, 49,50% e 46,70%, reciprocamente.

A atividade de água dos pinhões (Figura 1-B) sofreu pouca variação ao longo da estocagem, onde na condição T1 variou de 0,987 no início a 0,959 no final. Já na condição T2 variou de 0,987 no início a 0,977 no final e na condição T3 variou de 0,987 no início a 0,981 no final. Os resultados somente revelaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as amostras do 75° dia de armazenamento. Assim a variação de embalagem e armazenamento pouco influenciou nestas análises. Valores semelhantes, para atividade de água (0,984), foram encontrados por Cladera-Olivera et. al. (2008) em seus estudos com pinhões.

A perda de massa acumulada nas amostras acondicionadas em T1 foi de 22,01%. Já para as amostras T2 foi de 12,46% e nas amostras T3 foi de 0,36%, ao final do experimento, provavelmente devido a barreira apresentada pela embalagem de polietileno. A Figura 1-C mostra o comportamento da perda de massa das amostras estudadas nas três condições em relação ao período de armazenamento, onde pode se observar que as amostras refrigeradas perderam menos massa devido à menor perda de umidade. As atividades metabólicas das sementes são reduzidas em temperaturas menores uma vez que decresce a respiração. A diferença significativa ao nível de 5% para a perda de massa foi observada em todo período de armazenamento, para todas as amostras nos diferentes tratamentos.

A firmeza (Figura 1-D) variou de 19,25 N a 18,18 N, de 20,09 N a 11,97 N, e de 19,16 N a 12,66 N durante a estocagem nas respectivas condições T1, T2 e T3. Verificou-se que somente houve diferença significativa ($p > 0,05$) ao longo do período de armazenamento para a firmeza das amostras acondicionadas nas diferentes

embalagens no 60° e 75° dia. No 60° dia, a amostra T2 diferenciou-se da T1, porém a T3 não apresentou diferença entre as demais embalagens. Já no 75° dia, a amostra T3 apresentou diferença em relação à amostra T1, e a T2 diferenciou das demais embalagens. De forma geral houve variação da firmeza ao longo do período de armazenamento, em que se observa a redução dos seus valores.

As alterações nos pinhões são decorrentes da variação dos parâmetros indicadores de qualidade. Um dos principais indicadores de redução de qualidade de produtos armazenados é perda de água dos tecidos vegetais, que além de promover a perda de massa e redução da atividade de água, acarreta alterações na textura (TOIVONEN; BRUMMELL, 2008).

Os resultados das análises físico-químicas de pH, teor de açúcares, teor de amido e avariados estão apresentados na Figura 2.

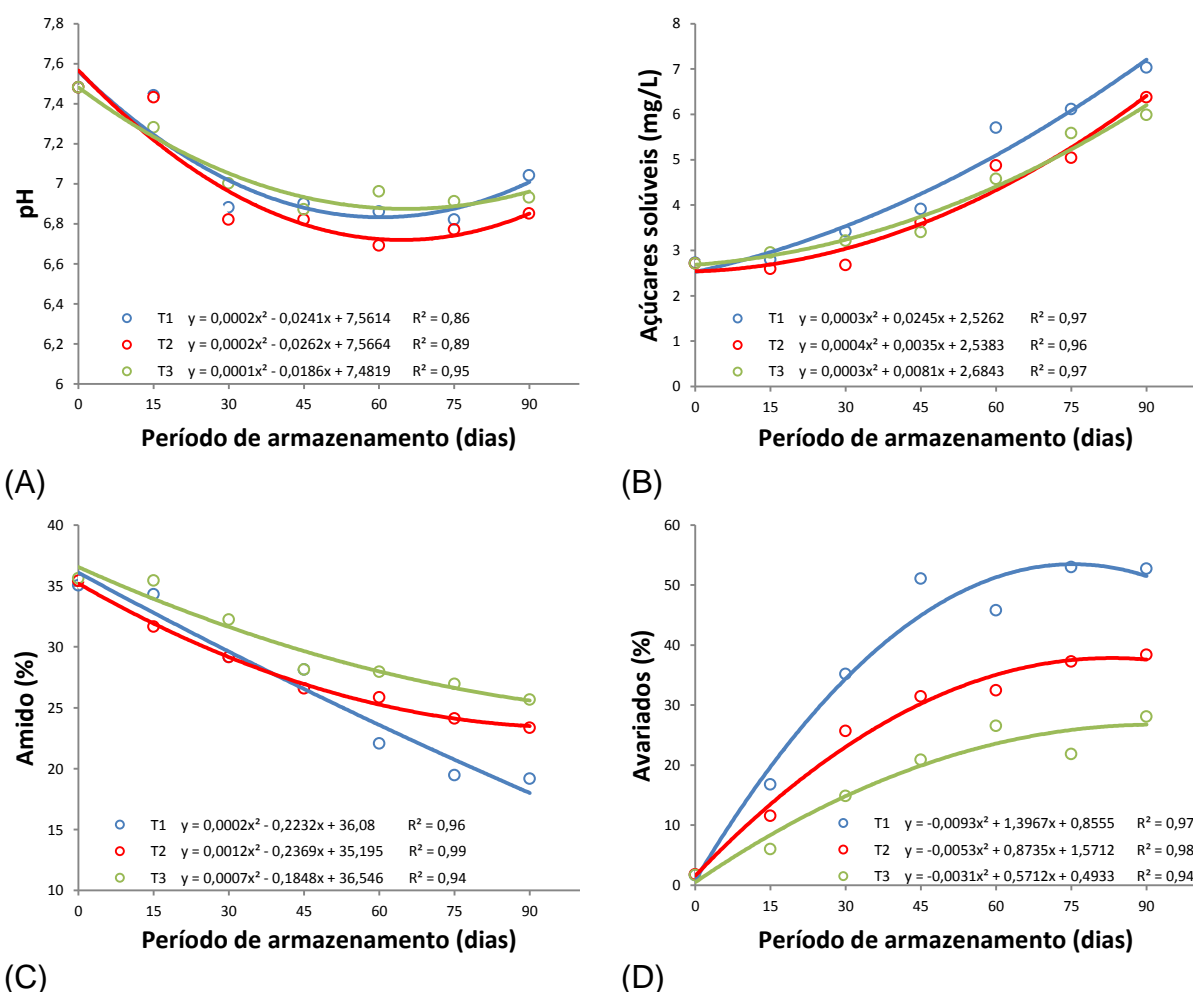


Figura 2: Correlações do efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas dos pinhões: (A) pH; (B) Teor de açúcares; (C) Teor de amido; (D) Avariados.

NOTA: Amostras armazenadas a temperatura ambiente e em embalagem de estopa (T1); Amostras armazenadas sob refrigeração e em embalagem de estopa (T2); Amostras armazenadas sob refrigeração e em embalagem plástica (T3). Tempos de armazenamento de zero (T0) e noventa (T90) dias.

O teor de açúcares (Figura 2-B) expresso em mg/L aumentou durante o período de armazenamento em todas as amostras analisadas, na T1 variou de 2,72 mg/L a 18,18 mg/L, nas amostras T3, o aumento foi de 2,71 mg/L para 5,98 mg/L e nas amostras T2, a variação foi de 2,71 mg/L a 6,37 mg/L. Já para o teor de amido (Figura 3-C) o comportamento foi inverso, onde o decréscimo no teor de amido nos pinhões armazenados na T3 foi de 35,61% para 25,65%, na T2 foi de 35,40 % para 23,35% e T1 de 35,03% para 19,16%. Tal fato confirma um comportamento esperado, já que a tendência é de aumento de açúcares em virtude da conversão de amido em açúcares (TOIVONEN; BRUMMELL, 2008). Houve diferença significativa ($p < 0,05$), ao longo do período de armazenamento em todas as embalagens e acondicionamentos para o teor de amido. Porém, o teor de açúcares apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) no 30° dia e do 60° ao 90° dia de armazenamento.

Os valores determinados para açúcares estão entre os teores determinados por Cordenunsi et al. (2004) e Henriquéz et al. (2008), de 2,43% e 7,10%. O teor de amido médio para as amostras armazenadas foi semelhante ao determinado por Cordenunsi et al. (2004) e Cladera-Olivera et al. (2008), que determinaram amido de 36,28% e 35,5%, de modo respectivo.

A quantidade de pinhões avariados (Figura 2-D), expresso em porcentagem aumentou durante o período de armazenamento em todas as amostras analisadas, confirmando um comportamento esperado, já que a tendência é de deterioração do tecido vegetal (TOIVONEN; BRUMMELL, 2008). A porcentagem de avariados no início do experimento foi semelhante, sendo de 1,67% para T1 e T3 e de 1,75 para T2. Já ao final do armazenamento a porcentagem de avariados foi maior para T1, seguida por T2 e T3, sendo os valores respectivos de 52,72%, 38,37% e 28,08%. A diferença significativa ao nível de 5% para os pinhões avariados foi observada para todas as amostras nos diferentes tratamentos.

Os resultados das avaliações dos parâmetros de cor L, a* e b* estão apresentados na Figura 3.

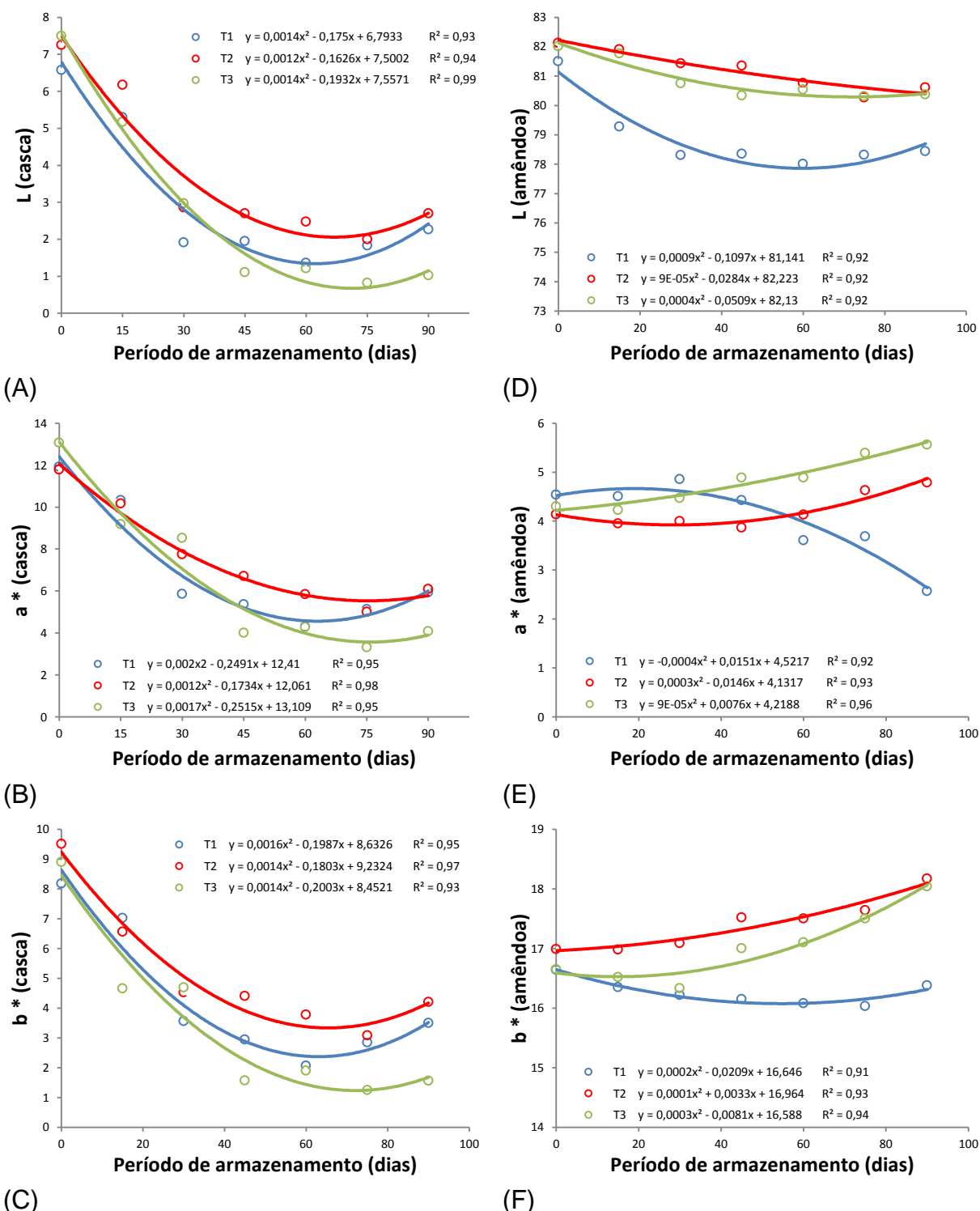


Figura 3: Correlações do efeito do armazenamento nos parâmetros de cor dos pinhões: (A) Luminosidade da casca; (B) a* da casca; (C) b* da casca; (D) Luminosidade da amêndoa; (E) a* da amêndoa; (F) b* da amêndoa.

NOTA: Amostras armazenadas a temperatura ambiente e em embalagem de estopa (T1); Amostras armazenadas sob refrigeração e em embalagem de estopa (T2); Amostras armazenadas sob refrigeração e em embalagem plástica (T3). Tempos de armazenamento de zero (T0) e noventa (T90) dias.

Pode-se observar nos resultados experimentais para as avaliações de cor na casca (Figura 3-A, 3-B e 3-C) que, durante o período de armazenamento que a cor da casca dos pinhões sofreu alterações de perda de brilho e intensidade da cor, o que correspondeu às diminuições nos valores de L, a^* e b^* . O pinhão armazenado em temperatura ambiente teve um decréscimo na luminosidade de 6,57 para 2,26, já as avaliações a^* (coloração vermelha) e b^* (coloração amarela) foram reduzidas de 11,93 para 5,94 e de 8,18 para 3,50, respectivamente. Estes dados demonstram que o pinhão perde a sua coloração original com o tempo de armazenamento. O parâmetro L das amostras T3 foi de 7,50 no início e de 1,02 no final do experimento, assim como a^* decresceu de 13,08 para 4,08 e b^* de 8,90 a 1,56. A perda do brilho pode estar relacionada à perda da umidade. As avaliações de L, a^* e b^* dos pinhões T2 variaram de 7,25 a 2,70, 11,79 a 6,10 e 9,51 a 5,94, respectivamente. A diferença significativa ao nível de 5% foi observada entre os tratamentos no 30° e 90° dia para a luminosidade, no 45° e 75° para o parâmetro a^* e no 45° e 90° para a avaliação b^* .

A cor da amêndoa do pinhão manteve-se em todos os tratamentos com elevada luminosidade (Figura 3-D) com valores iniciais de 82,01, 82,13 e 81,50, e finais de 80,37, 80,61 e 78,44 nas respectivas condições T3, T2 e T1. Poucas variações foram observadas nos parâmetros de cor a^* e b^* (Figuras 3-E e 3-F), durante a estocagem, onde na condição T1 a^* variou de 4,54 a 2,57 e b^* de 16,64 a 16,38. Já o a^* e b^* no acondicionamento T3 foram de 4,30 a 5,56 e de 16,65 a 18,04, respectivamente. Contudo, os valores de a^* e b^* para os pinhões armazenados T2 foram de 4,14 a 4,79 e de 16,99 a 18,17, concomitantemente. A luminosidade da amêndoa apresentou diferença significativa ao nível de 5% entre o 30° e 45° dia e o os valores de b^* no 45° e 75° dia de estocagem. Porém, o parâmetro a^* somente apresentou diferença significativa ($p>0,05$) no último dia de armazenamento.

4 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados mostraram que as embalagens utilizadas preservaram a qualidade dos pinhões armazenados, principalmente nas amostras acondicionadas em embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade. Fato comprovado pela baixa perda de massa (0,36%), manutenção do conteúdo de umidade mais estável durante o período de armazenamento, maior preservação da textura, pouca variação de pH (7,48 a 6,93) e parâmetros de cor e menor porcentagem de avariados.

O pinhão armazenado em saco de estopa e mantido em temperatura ambiente teve maior decréscimo de água (58,14 a 33,64%), maior degradação da cor e maior índice de perda por danos como apodrecimento e brotação (52,72%).

Diante dos resultados apresentados pode-se afirmar que os pinhões mantidos sob refrigeração (6,5 °C) permanecem com as características físico-químicas menos alteradas quando acondicionados em embalagem plásticas de polietileno de baixa densidade durante 90 dias.

REFERÊNCIAS

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th. ed. Gaithersburg. 2005. Revisão 2011.

BITTENCOURT, J. V. M.; HIGA, A. R.; MAZZA, M. C.; RUAS, P. M. ; RUAS, C. F.; CACCAVARI, M.; FASSOLA, H. **Conservation, management and sustainable use of *Araucaria angustifolia* genetic resources in Brazil**. In: Vincenti B, Amaral W, Meilleur B. (Org.).Challenges in managing forest genetic resource for livelihoods: examples from Argentina and Brazil. Roma: IPGRI. 2004; 133-148

BRECHT, J. K.; CHAU, K. V.; FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; SILVA, F. M.; NUNESF, M. C. N.; BENDER, R. J. Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the postharvest handling chain. **Postharvest Biology and Technology**, v.27, p.87-101, 2003.

CLADERA-OLIVERA, F.; PETTERMANN, A. C.; NOREÑA, C. P. Z.; WADA, K.; MARCZAK, L. D. F. Thermodynamic properties of moisture desorption of raw pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds). **International Journal of Food Science and Technology**, v.43, p.900–907, 2008.

CORBO, M. R.; ALTIERI, C.; D'AMATO, D.; CAMPANIELLO, D.; DEL NOBILE, M. A.; SINIGAGLIA, M. Effect of temperature on shelf life and microbial population of lightly processed cactus pear fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.31, p. 93–104, 2004.

CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, 2004.

COSTA, F. J. O. G.; GODOY, R. C. B.; WASZCZYNSKYJ, N.; LEIVAS, C. L. Metodologia para a determinação instrumental da cor de pinhões de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Comunicado Técnico 322**. Embrapa. Colombo, PR, Outubro, 2013.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric Method form Determination of Sugars and Related Substances. **Nature**, v. 28, n. 3, p. 350 — 356, 1956.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. **Food Research International**, v.49, p.311–325, 2012.

GRODZKI, L.; BOEGER, M. R. T. Caracterização da vegetação pioneira de uma área de exploração de *Mimosa scabrella Benth.* (Bracatinga), no município de Colombo, PR. **Floresta**, v.3, p. 31-98, 2001.

HENRÍQUEZ, C.; ESCOBAR, B.; FIGUEROLA, F.; CHIFFELLE, I.; SPEISKY, H.; ESTÉVEZ, A. M. Characterization of piñon seed (*Araucaria araucana* (Mol) K. Koch) and the isolated starch from the seed. **Food Chemistry**, v. 107, p. 592– 601, 2008.

HOOVER R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: A review. **Carbohydrate Polymers**. V.49, p.63–70, 2001.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: SES - CCD -IAL. 2005, 1020p.

JAVANMARDI, J.; KUBOTA, C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.4, p.151–155, 2006.

JOHNSON, N.L.; PACHICO D.; VOYSEST, O. The distribution of benefits from public international germplasm banks: the case of beans in Latin America. **Agricultural Economics**, v. 29, p.277–286, 2003.

LEE, Y. C.; AMIR PARVIZ, B.; CHIOU, J. A.; CHEN, S. Packaging for microelectromechanical and nanoelectromechanical systems. **Advanced Packaging, IEEE Transactions on**, v.26, p. 217-226. 2003.

LIU, F.; LI, Y. Storage characteristics and relationships between microbial growth parameters and shelf life of MAP sliced onions. **Postharvest Biology and Technology**, v.40, p.262–268, 2006.

MacDOUGALL, D. B. **Colour in Food, improving quality**. Boca Raton: CRC Press, 2000. 381p.

MENEZES, E. W.; GIUNTINI, E. B.; DAN, M. C. T.; LAJOLO, F. M. New information on carbohydrates in the Brazilian Food Composition Database. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.22, p.446–452, 2009.

MONTERO-CALDERÓNA, M.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). **Postharvest Biology and Technology**, v.50, p.182–189, 2008.

QI, L.; XU, M.; FU, Z.; MIRA, T.; ZHANG, X. C²SLDS: A WSN-based perishable food shelf-life prediction and LSFO strategy decision support system in cold chain logistics. **Food Control**, v.38, p.19-29, 2014.

SILVA, A. C.; OLIVEIRA, M. C.; DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Utilização de extrato de cogumelo como antioxidante natural em óleo vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.4, p.1103-1108, 2009.

STAHL, J. A.; LOBATO, L. P.; BOCHI, V. C.; KUBOTA, E. H. GUTKOSKI, L. C.; EMANUELLI, T. Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia* Bert, O. Ktze) starch phosphates. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 40, p. 1206-1214, 2007.

TANO, K.; OULÉ, M. K.; DOYON, G.; LENCKI, R. W.; ARUL, J. Comparative evaluation of the effect of storage temperature fluctuation on modified atmosphere packages of selected fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 46, p.212–221, 2007.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMEL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v.48, p.1–14, 2008.

VILLALOBOS, V. M.; FERREIRA, P.; MORA, A. The use of biotechnology in the conservation of tropical germplasm. **Biotechnology Advances**, v.9, p. 197-215, 1991.

ZANDAVALLI, R. B.; DILLENBURG, L. R.; SOUZA, P. V. D. Growth response of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) to inoculation with the mycorrhizal fungus *Glomus clarum*. **Applied Soil Ecology**, v. 25, p. 245-255, 2004.

CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO (SEMENTE DE *Araucaria angustifolia*)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da mistura de farinha de pinhão e farinha de trigo nas características físico-químicas e reológicas da massa obtida para utilização em produtos de panificação. As farinhas mistas foram preparadas com a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha pinhão nas proporções de 100:00, 95:05, 90:10, 85:15, 80:20 e 75:25. O aumento na adição de farinha de pinhão nas farinhas mistas afetou a distribuição granulométrica, produzindo farinhas com granulometria mais grosseira e de cor mais escura. Apesar da farinha de pinhão ter favorecido maiores percentuais de cinzas, fibras e carboidratos, houve diminuição na qualidade tecnológica das farinhas mistas com o aumento nos níveis de substituição de farinha de trigo pela farinha de pinhão. Esse comportamento pode ser observado principalmente pela redução de estabilidade, extensibilidade, força e tempo de desenvolvimento da massa e pelo aumento da tenacidade e do índice de tolerância à mistura. Tal fato deve-se, principalmente, ao efeito das fibras, carboidratos e granulometria nas propriedades tecnológicas da massa. Assim, para a melhoria das características para produção de pães sugere-se o uso de aditivos como glúten e melhorador ou até mesmo adequações no processamento.

Palavras-chave: Farinha de Trigo; Farinha de Pinhão; Farinha Mista Características Reológicas.

ABSTRACT

The aim of the present work was to evaluate the effect of mixing *pinhão* flour and wheat flour on physico-chemical and rheological characteristics in the dough for use in bakery products. The mixed flours were prepared with the partial substitution of wheat flour by *pinhão* flour in proportions of 100:00, 95:05, 90:10, 85:15, 80:20 e 75:25. The increase in the addition of *pinhão* flour in mixed flours affect the particle size distribution, producing flour with a grossest particle size and darker color. Despite of the *pinhão* flour have favored the increase in percentages of ash, fiber and carbohydrates, there was a decrease in the technological quality of flour mixed with increasing levels of substitution of wheat flour by *pinhão* flour. This behavior can be observed mainly by the reduction of stability, extensibility, strength and dough development time and increase in tenacity and mixing tolerance index. This fact is due mainly to the effect of fiber, carbohydrates and granulometry on technological properties of the dough. So to improve the characteristics for the production of bread it is suggested the use of additives such as gluten and enhancer or adjustments in processing.

Keywords: Wheat Flour, Pinhão Flour; Mixed Flour; Rheological Characteristics.

1 INTRODUÇÃO

A semente da *Araucaria angustifolia*, o pinhão, é um alimento tradicional em países da América do Sul que tem sido consumido há milhares de anos e cada vez mais tem aumentado o seu uso em formulação de alimentos por sua conveniência, qualidade nutricional e palatabilidade. A composição dessa semente de acordo com os estudos de Cordenusi et al. (2004) na caracterização físico química de pinhões crus, é aproximadamente de 49,50% de umidade, 1,60% de cinzas, 3,57% de proteínas, 1,26% de lipídeos, 5% de fibra alimentar e 36,28% de amido. Carboidratos totais não foram determinados.

A indústria de panificação tem sofrido uma revolução nos últimos anos, onde as pequenas padarias artesanais estão se desenvolvendo e investindo em novas tecnologias. No entanto, os principais desafios dessa evolução é a utilização de novos ingredientes e obtenção de produtos de elevada qualidade sensorial. Assim, a produção se torna mais competitiva, diversificada e melhor preparada para corresponder às novas demandas do mercado (MONDAL; DATTA, 2008).

Os consumidores, por sua vez, estão cada vez mais conscientes dos benefícios da incorporação de diferentes ingredientes em suas dietas com elevado valor nutricional, no entanto, a maioria está em busca de alimentos práticos e de rápido preparo (SUDHA; VETRIMANI; LEELAVATHI, 2007; DOXASTAKIS et al., 2002). O aumento da disponibilidade e variedade de pães e produtos feitos a partir de diferentes cultivares de trigo, grãos, folhas, sementes e outras fontes vegetais pode ser uma alternativa para sanar a necessidade desses consumidores (DOXASTAKIS et al., 2002).

As farinhas mistas têm sido amplamente utilizadas na fabricação de pães, bolos, biscoitos e massas alimentícias devido aos seus benefícios à saúde. Além do fornecimento de um alimento rico em fibra alimentar, os produtos elaborados são fonte de vitaminas, proteínas, minerais, carboidratos, e outros nutrientes que contribuem para a redução de calorias da dieta e prevenção de várias doenças como arteriosclerose, doenças cardiovasculares, câncer e diabetes (REHMAN et al., 2007; TORBICA; HADNADEV; HADNADEV, 2012; AGYARE et al., 2005).

As farinhas mistas quando adicionadas à massa do pão podem ocasionar alterações na consistência, textura, volume, comportamento reológico e características sensoriais do produto final. Sensorialmente, em pães, a adição

destas pode ocasionar problemas de aceitação do consumidor, devido às modificações de sabor, redução do volume, aumento na dureza e escurecimento da massa (REHMAN et al., 2007; SHITTU; RAJI; SANNI, 2007).

As características reológicas das farinhas mistas, tais como a elasticidade, viscosidade e extensibilidade são importantes para as indústrias de moagem e panificação uma vez que através delas é possível prever a sua capacidade panificável da farinha e a qualidade dos produtos finais. Os principais parâmetros avaliados são absorção de água e elasticidade da massa além de comportamento da mesma durante a fermentação, sendo a avaliação feita por meio de gráficos. A medição desses parâmetros é morosa e requer equipamentos e aparatos especializados (HRUSKOVA, SMEJDA, 2003).

Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito da mistura de farinha de trigo e farinha de pinhão nas características físico-químicas e reológicas da massa para aplicação em produtos de panificação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIAS-PRIMAS E FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO

Foram utilizadas como matérias-primas farinha de trigo (FT), adquirida no comércio de Curitiba, e farinha integral de pinhão (FP) elaborada a partir de sementes de *Araucaria angustifolia*. As farinhas mistas foram preparadas em um misturador. A substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão, foi respectivamente, nas proporções de 100:00 (FT), 00:100 (FP), 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). Para cada mistura de farinha mista foram preparadas 3 (três) repetições de 1 kg cada, submetidas à homogeneização por 10 minutos. Após a homogeneização as farinhas foram embaladas em sacos plásticos de polietileno com capacidade para 5 kg, identificadas e mantidas sob refrigeração até o momento das análises.

2.2 ANÁLISE FÍSICA DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO

2.2.1 Granulometria das farinhas mistas

A distribuição granulométrica das farinhas mistas foi determinada com o auxílio do equipamento Bertel e conjunto de seis peneiras arredondadas, com aberturas de 32, 42, 48, 60, 80 e 100 mesh (Método 965-22, AOAC, 2011).

2.2.2 Cor das farinhas mistas

Para a determinação da cor das farinhas mistas foi utilizado um colorímetro portátil (Miniscan XE Plus, modelo 45/0-L, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA) com sistema CIE $L^*a^*b^*$ que consiste em três componentes de cores: (L^*) luminosidade, que varia de 0 (preto) a 100 (branco), (a^*), que varia de verde (negativo) a vermelha (positivo) e (b^*), que varia de azul (negativo) a amarela (positivo), as duas últimas não possuindo limites numéricos específicos. O ângulo do observador empregado foi de 10° , o iluminante D65 e o equipamento foi calibrado utilizando-se padrões de cor fornecidos pelo fabricante.

A cor de cada farinha foi obtida pela leitura direta conforme Torbica, Hadnadev e Hadnadev (2012) e o resultado final foi obtido pela média dos valores dos parâmetros de L, a* e b*.

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO

2.3.1 Composição centesimal

Os teores de umidade, lipídios, proteína, cinzas e fibra bruta foram determinados através dos protocolos 925-10, 920-85, 960-52, 923-03, 991,43, da AOAC (2011). Os carboidratos foram determinados por diferença.

2.4 ANÁLISES REOLÓGICAS DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO

2.4.1 Farinografia

Para o teste de farinografia utilizou-se o farinógrafo Brabender e o método 54-21 da AACC (2000). Foram determinados os parâmetros de absorção de água (A), estabilidade (EST), tempo de desenvolvimento da massa (TD) e índice de tolerância à mistura (ITM).

2.4.2 Alveografia

Para avaliação das propriedades extensíveis das massas empregou-se o alveógrafo Chopin (Modelo NG) e o Método 54-30 da AACC (2000). Os parâmetros avaliados foram tenacidade (P), extensibilidade (L) e força (W).

2.4.3 Número de queda

O Número de queda (NQ) foi determinado por meio do aparelho *Falling Number* (FN1700), de acordo com o Método 56-81 da AACC (2000), sendo o resultado expresso em segundos (s).

2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Adotou-se delineamento experimental de misturas com seis formulações de trigo: pinhão nas proporções de 100:00 (FT), 95:05 (F5), 90:10(F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25), em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, totalizando 18 unidades experimentais. Os resultados foram avaliados por análise estatística univariada (análise de variância - ANOVA) e testes de médias de Duncan no *software* Statistica 7.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 GRANULOMETRIA DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO

A distribuição granulométrica das farinhas mistas encontra-se ilustrada na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição granulométrica das farinhas mistas de trigo e de pinhão.

Amostra	Retenção de partículas (%)						
	Abertura de malha (mesh)						
	32	42	48	60	80	100	>100
FT	0,30	0,70	1,12	1,75	45,45	8,94	41,74
FP	28,65	17,27	4,49	5,25	36,66	1,25	6,43
F5	1,05	5,06	0,92	1,99	45,68	4,51	40,79
F10	3,64	11,48	0,98	1,23	46,55	3,93	32,19
F15	3,76	18,17	1,41	1,26	46,65	1,67	27,08
F20	4,91	19,71	2,14	1,32	48,24	1,68	22,00
F25	7,35	22,39	3,78	2,56	48,61	0,96	14,35

Farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25).

O percentual aproximado de 96% de FT passou pela peneira de 60 mesh, assim, a FT encontra-se em acordo com a Instrução Normativa Nº 8, de 2 de junho de 2005, que determina que 95% do produto deve passar através de peneira com abertura de malha de 250 µm (60 mesh). No entanto, com aumento de farinha de pinhão na formulação esse percentual foi reduzido e houve um aumento na retenção de partículas nas peneiras com abertura menores que 60 mesh. Esses resultados encontram-se de acordo com os relatados por Torbica, Hadnadev e Hadnadev (2012) que estudaram as características das farinhas mistas de trigo e arroz.

A distribuição granulométrica da farinha é um atributo relevante na qualidade final de produtos de panificação, permitindo maior uniformidade do produto elaborado. O tamanho das partículas altera as propriedades da massa em relação à capacidade de absorção de água, o tempo de mistura e características como aparência, sabor e textura. Uma farinha com maior quantidade de partículas finas acarreta em uma massa coesa e com baixa extensibilidade, que afeta diretamente a estrutura do produto. Além disso, a farinha com distribuição restrita de tamanho de partícula pode promover uma maior capacidade de absorção de água e atividade enzimática (TORBICA; HADNADEV; HADNADEV, 2012; GAINES, 1990).

3.2 COR DAS FARINHAS MISTAS

Na Tabela 2 estão dispostas as coordenadas de cromaticidade das farinhas de pinhão, trigo e mistas, onde se percebe que a FP apresentou diferença estatística entre a farinha de trigo e as formulações, com menor luminosidade e com maior tendência ao verde e ao amarelo quando comparada a FT, o que pode ser verificado pelos valores de L, a* e b*. Logo, as farinhas mistas apresentaram-se mais escuras com o aumento nos níveis de substituição de FT por FP na mistura, no entanto, não diferiram estatisticamente de FT quanto à luminosidade (L*) e intensidade de cor amarela (b*). A F20 e F25 tiveram coloração vermelha (a*) significativamente menor que a farinha de trigo. Tendência semelhante foi também observada por Rehman et al. (2007) em seus estudos com farinhas mistas de trigo e chicharo.

A cor da farinha pode ser afetada significativamente pela fonte botânica da matéria-prima, conteúdo de fibras e condições de moagem. Uma vez que nos diferentes métodos de moagem pode ser incorporada uma maior quantidade das camadas externas do grão, assim conferindo tonalidade escura a farinha e maiores teores de fibras (SUDHA; VETRIMANI; LEELAVATHI, 2007; TORBICA; HADNADEV; HADNADEV, 2012).

Tabela 2: Coordenadas de cromaticidade L* a* b* da farinhas de trigo, de pinhão e mistas.

Amostra	Coordenadas de cromaticidade		
	L	a*	b*
FP	92,41 ± 0,51 ^c	-0,61 ± 0,09 ^d	11,24 ± 0,10 ^a
FT	95,24 ± 0,13 ^{ab}	0,28 ± 0,04 ^a	9,70 ± 0,21 ^b
F5	95,50 ± 0,07 ^a	0,27 ± 0,05 ^a	9,75 ± 0,08 ^b
F10	95,23 ± 0,08 ^{ab}	0,23 ± 0,04 ^{ab}	9,99 ± 0,33 ^b
F15	94,92 ± 0,43 ^{ab}	0,21 ± 0,11 ^{ab}	9,75 ± 0,38 ^b
F20	94,72 ± 0,52 ^b	0,13 ± 0,02 ^{bc}	9,99 ± 0,07 ^b
F25	94,65 ± 0,17 ^b	0,06 ± 0,04 ^c	9,41 ± 0,19 ^b

Farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25).

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FARINHAS

Os resultados obtidos de composição centesimal para as amostras de farinhas de trigo, de pinhão e mistas estão apresentados na Figura 1. A Tabela 3 apresenta os resultados das avaliações dos testes de médias de Duncan.

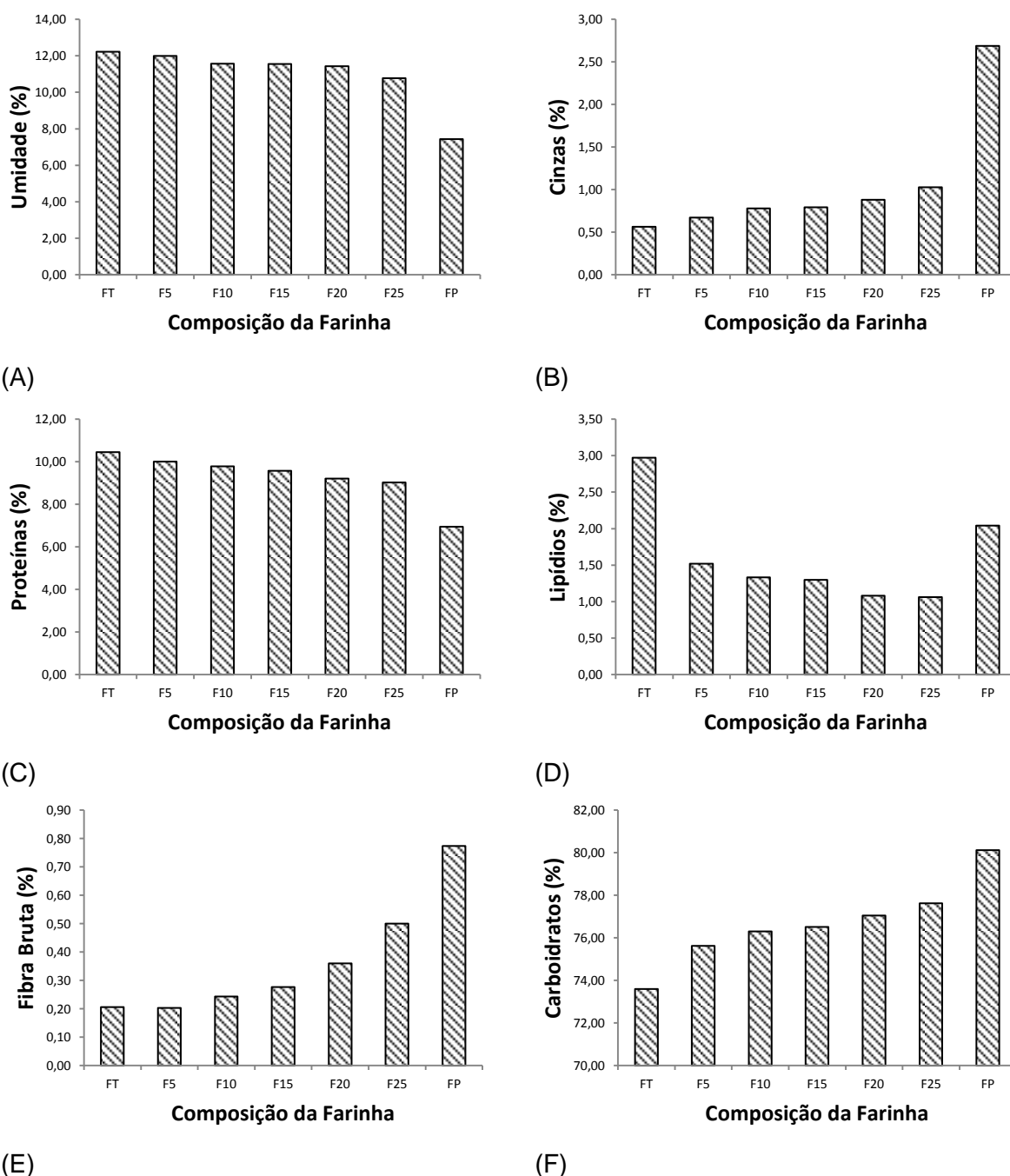


Figura 1: Composição centesimal das farinhas: farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25).
NOTA: (A) Teor de umidade; (B) Teor de cinzas; (C) Teor de proteínas; (D) Teor de lipídios; (E) Teor de fibras bruta; (F) Teor de carboidratos.

Tabela 3: Composição centesimal das farinhas de trigo, de pinhão e mistas.

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Fibra bruta (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos (g/100g)
FP	7,44 ± 0,14 ^e	2,69 ± 0,17 ^a	6,95 ± 0,10 ^f	0,77 ± 0,04 ^a	2,04 ± 0,10 ^b	80,11 ± 0,29 ^a
FT	12,22 ± 0,08 ^a	0,56 ± 0,01 ^e	10,44 ± 0,16 ^a	0,21 ± 0,06 ^e	2,97 ± 0,56 ^a	73,60 ± 0,34 ^d
F5	11,98 ± 0,03 ^b	0,67 ± 0,04 ^{de}	10,00 ± 0,08 ^b	0,20 ± 0,02 ^e	1,52 ± 0,11 ^c	75,63 ± 0,25 ^c
F10	11,56 ± 0,08 ^c	0,78 ± 0,05 ^{cd}	9,78 ± 0,32 ^{bc}	0,24 ± 0,02 ^{de}	1,33 ± 0,14 ^c	76,31 ± 0,29 ^c
F15	11,55 ± 0,11 ^c	0,79 ± 0,10 ^{cd}	9,57 ± 0,11 ^{cd}	0,28 ± 0,03 ^d	1,30 ± 0,02 ^{cd}	76,51 ± 0,16 ^c
F20	11,42 ± 0,14 ^c	0,88 ± 0,10 ^{bc}	9,21 ± 0,13 ^{de}	0,36 ± 0,04 ^c	1,08 ± 0,20 ^d	77,05 ± 0,49 ^b
F25	10,77 ± 0,07 ^d	1,03 ± 0,03 ^b	9,02 ± 0,41 ^e	0,50 ± 0,03 ^b	1,06 ± 0,04 ^d	77,62 ± 0,11 ^b

NOTA: Farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

A farinha de trigo (FT), farinha de pinhão (FP) e as misturas quando avaliadas quanto ao teor de umidade (Figura 1A) apresentaram valores dentro do limite da legislação brasileira que estabelece o máximo de 15% de umidade para farinha de trigo (BRASIL, 2005). As farinhas mistas diferenciaram estatisticamente da FP e FT.

Na Figura 1B é apresentado o gráfico do teor de cinzas nas farinhas mistas de trigo e pinhão. Ocorreu um aumento significativo no teor de cinzas com o aumento da farinha de pinhão na mistura, atingindo o máximo (1,03% de cinzas) quando esta substituiu em 25% (em massa) a farinha de trigo. Esse comportamento também foi observado por Ammar, Hegazy e Bedeir (2009) em seus estudos com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de inhame. O teor de cinzas na farinha de trigo é um atributo de qualidade e fornece indicações sobre o grau de extração, onde elevados teores estão associados à extração da camada mais externa do grão e elevado teor mineral do grão (DENNETT, TRETHOWAN, 2013).

Na Instrução Normativa Nº 8, de 2 de junho de 2005, o teor de cinzas é empregado para classificar a farinha em Tipo 1, Tipo 2 e integral, sendo que o conteúdo obtido para as farinhas mistas F5, F10 e F15 é característico de farinha Tipo 1. Já para as formulações F20 e F25 no presente trabalho foi característico de farinhas Tipo 2 e a farinha de pinhão como farinha integral de acordo com Instrução Normativa Nº 8, de 2 de junho de 2005.

A utilização de farinha de pinhão interferiu no teor de proteínas das farinhas mistas, com diferença significativa a 5% de probabilidade. Na Figura 1C pode-se observar a redução no teor de proteína de 10,44 g/100g (FT) a 9,02 g/100g (F25) com a incorporação de FP à mistura. Ammar, Hegazy e Bedeir (2009) em suas

avaliações com farinhas mistas de trigo e inhame, também observaram a redução no teor de proteínas, tal fato pode ser explicado pelo elevado teor de amido contido tanto no inhame quanto no pinhão. Assim, as proteínas formadoras de glúten na farinha provavelmente sofreram diluição e enfraquecimento. Tal fato pode influenciar nas propriedades importantes para a produção de pães, como reologia, extensibilidade, resistência à extensão e a capacidade de retenção de gases (ZUCCO; BORSUK; ARNTFIELD, 2011).

Na Figura 1D está representada a variação de lipídios em função da presença de FP nas farinhas mistas, onde a adição de FP promoveu a redução nos teores lipídicos das farinhas mistas, com diferença significativa a 5% de probabilidade. O teor de lipídios nas farinhas mistas variou de 1,52% (F5) a 1,06% (F25), sendo estes valores menores do que 2,97 % (FT) assim como o evento observado por Rehman et al. (2007) em seus estudos com farinhas mistas de trigo e chícharo.

Os lipídeos apresentam a característica essencial de pouca solubilidade em água, assim, exercendo a função de lubrificar o glúten, fator que contribui para melhorar as propriedades de expansão da massa, e gerar pães com volumes maiores. Esses compostos ainda participam das interações entre o amido e proteínas, e das proteínas gliadina e gluteninas entre si (MONDAL; DATTA, 2008).

Conforme a Figura 1E, o teor de fibra bruta nas farinhas mistas aumentou significativamente ($p < 0,05$) com o aumento de FP. Resultados semelhantes foram obtidos por Ammar, Hegazy e Bedeir (2009) em farinhas mistas de trigo e inhame. O pinhão tem sido avaliado como fonte de componentes funcionais, como compostos fenólicos e amido resistente, o que explica o aumento no teor de fibras (CORDENUSI et al., 2004).

O aumento no teor de fibra em farinhas pode ser prejudicial à panificação pelo aumento da absorção de água, aumento no tempo de desenvolvimento da massa e formação de massa menos expansiva e estável devido à barreira física ao desenvolvimento do glúten (SUDHA; VETRIMANI; LEELAVATHI, 2007).

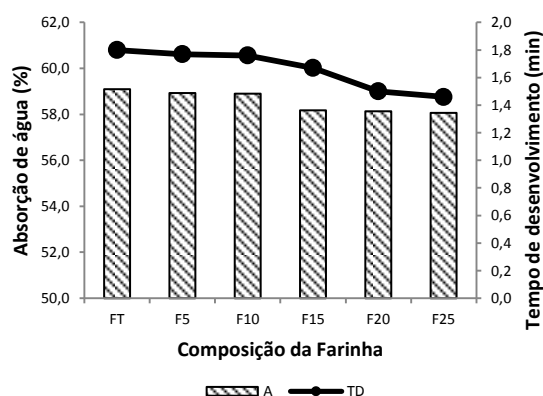
O teor de carboidratos (Figura 1F) aumentou nas farinhas mistas ($p < 0,05$) em função da substituição da FT pela FP. A maior adição de FP na mistura aumentou os teores de carboidratos totais nas farinhas mistas de 73,60% (FT) para 77,62% (F25). Comportamento semelhante foi verificado por Ammar, Hegazy e Bedeir (2009) em farinhas mistas de trigo e inhame. O carboidrato abundante na

farinha do pinhão é o amido e ele pode contribuir para a formação da estrutura do pão durante o cozimento, da consistência e da textura do miolo, favorecendo o volume e a cor (MONDAL; DATTA, 2007).

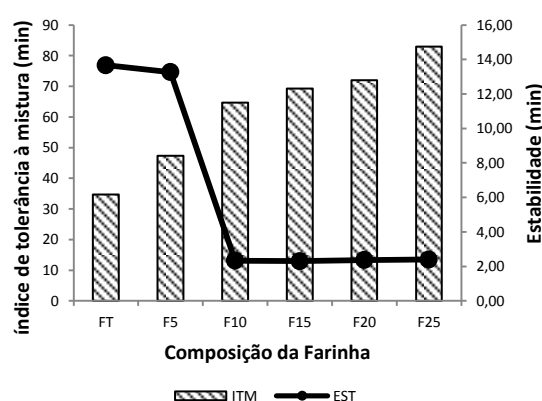
3.4 ANÁLISES REOLÓGICAS DAS FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO

3.4.1 Estabilidade e índice de tolerância à mistura

A incorporação de farinha de pinhão à farinha de trigo nas proporções 0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25% ocasionaram alterações na qualidade da massa conforme observado na medição em farinógrafo. Os resultados estão indicados na Figura 2 e a Tabela 4 apresenta os resultados das avaliações dos testes de médias de Duncan.



(A)



(B)

Figura 2: Características farinográficas das farinhas: farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25) (FT).

NOTA: (A) A = Absorção de água (%) e TD = Tempo de desenvolvimento da massa (min); (B) ITM = Índice de tolerância à mistura (min) e EST = Estabilidade (min).

Tabela 4: Características farinográficas das farinhas.

Amostra	Absorção (%)	Tempo de desenvolvimento (min)	Índice de Tolerância à mistura (UF)	Estabilidade (min)
FT	59,10 ± 0,20 ^a	1,80 ± 0,00 ^a	34,67 ± 3,51 ^e	13,67 ± 0,15 ^a
F5	58,93 ± 0,15 ^a	1,77 ± 0,05 ^{ab}	47,33 ± 3,78 ^d	13,27 ± 0,21 ^b
F10	58,90 ± 0,10 ^a	1,76 ± 0,01 ^{ab}	64,66 ± 4,04 ^c	2,33 ± 0,06 ^c
F15	58,17 ± 0,11 ^b	1,67 ± 0,06 ^b	69,33 ± 3,21 ^{cb}	2,30 ± 0,10 ^c
F20	58,13 ± 0,23 ^b	1,50 ± 0,02 ^c	72,33 ± 3,05 ^b	2,40 ± 0,06 ^c
F25	58,07 ± 0,25 ^b	1,46 ± 0,06 ^c	83,00 ± 3,60 ^a	2,37 ± 0,06 ^c

NOTA: Farinha de trigo (FT) e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

Para o parâmetro absorção de água, Figura 2-A, a FT apresentou o maior teor de absorção, no entanto não diferiu estatisticamente nas farinhas mistas F5 e F10. Desta forma verifica-se, para este parâmetro, que a presença da FP na farinha mista interferiu significativamente na absorção de água na massa. Resultados semelhantes foram apresentados por Doxastakis et al. (2002) em seus estudos com farinhas mistas de inhame, soja e tritcale.

Segundo Pizzinatto e Campagnolli (1993) uma farinha pode ser considerada forte quando apresenta absorção de água superior a 58%, logo todas as farinhas mistas e de trigo enquadram-se em tal classe. A capacidade de absorção de água pela farinha está diretamente relacionada à granulometria e seus constituintes. Uma farinha com uma granulometria mais fina absorve mais água devido ao aumento da superfície de contato das partículas (EL-DASH; CAMPOS, GERMANI, 1994). Assim, a pequena redução de absorção de água pelas farinhas mistas de trigo e pinhão pode ser explicada devido a maior concentração de FP que contribuiu para uma menor absorção de água, uma vez que possui granulometria mais grossa e com menor superfície de exposição.

O tempo de desenvolvimento da massa (TD), Figura 2-A, a FT foi superior e diferente estatisticamente para as farinhas F15, F20 e F25, sendo que este parâmetro está diretamente relacionado ao tempo de mistura necessário para que a massa atinja seu ponto ótimo de desenvolvimento. O tempo ótimo de desenvolvimento da massa para farinhas fortes encontra-se entre 4,0 e 8,0 minutos, no entanto nenhuma farinha mista, inclusive a de trigo comercial não se apresentaram como farinhas fortes (PIZZINATTO; CAMPAGNOLLI, 1993). Devido a farinha de trigo comercial não ser especial para panificação, ao aumento da substituição da farinha de trigo e o excesso de fibra alimentar, a rede de glúten enfraqueceu e diminuiu a estabilidade da massa, assim reduzindo o tempo de desenvolvimento da massa, corroborando com estudos de EL-Dash; Campos, Germani (1994).

A adição de FP reduziu a estabilidade e aumentou o índice de tolerância à mistura (Figura 2-B), com diferença significativa a 5% de probabilidade, demonstrando o enfraquecimento da mesma. De acordo com Pizzinatto e Campagnolli (1993) uma farinha com estabilidade entre 8,0 e 15,0 min e índice de tolerância à mistura entre 15 e 50 UF pode ser considerada forte. Assim, em termos de estabilidade e índice de tolerância à mistura somente as amostras FT e F5

podem ser classificadas como farinhas fortes. Esse comportamento foi semelhante a Sudha, Vetrimani e Leelavathi (2007) que atribuíram esse fato à diferença granulométrica da FP (maior que na farinha de trigo) e à presença das fibras que interagem com a rede de glúten, impedindo, assim, a formação de rede coesa e estável.

3.4.2 Força e Extensibilidade

O efeito da incorporação de diferentes quantidades de farinha de pinhão na farinha de trigo em relação às propriedades extensíveis está ilustrado na Figura 3 e a Tabela 5 apresenta os resultados das avaliações dos pós-testes de médias de Duncan.

Os valores de força diminuíram gradualmente nas farinhas mistas com teores crescentes de farinha de pinhão, com diferença significativa a 5% de probabilidade. De acordo com o ICTA (2012) o valor de força indicado para a produção de pães encontra-se entre 180 e 275 10^{-4} J, logo as amostras FT, F15, F10 e F15 são promissoras a produção de pães. Já as demais amostras não se enquadram em tal classificação, isto pode ser devido, provavelmente, à interação entre polissacarídeos e proteínas da farinha de pinhão que enfraquecem a massa, como relatado por Sudha, Vetrimani e Leelavathi (2007) em seus estudos de avaliação do efeito das fibras de cereais (trigo, arroz, aveia e cevada) em farinhas panificáveis.

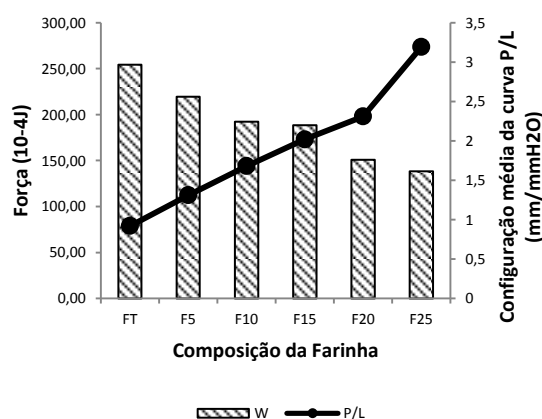


Figura 3: Características alveográficas das farinhas: farinha de trigo (FT); farinha de pinhão (FP); e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25) (FT).
NOTA: W = Força (10^{-4} J) e P/L = configuração média da curva da relação de tenacidade e extensibilidade (mm/mmH₂O).

Tabela 5: Características alveográficas das farinhas.

Amostra	Força (10^{-4} J)	Configuração média da curva P/L (mm/mmH ₂ O)
FT	254,33 ± 3,79 ^a	0,92 ± 0,04 ^e
F5	219,33 ± 3,21 ^b	1,31 ± 0,03 ^d
F10	192,21 ± 3,24 ^c	1,68 ± 0,12 ^{cd}
F15	188,32 ± 3,05 ^c	2,02 ± 0,01 ^{bc}
F20	151,00 ± 3,61 ^d	2,31 ± 0,18 ^b
F25	138,32 ± 3,05 ^e	3,18 ± 0,26 ^a

NOTA: Farinha de trigo (FT) e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

A configuração média da curva P/L, que correlaciona a tenacidade com a extensibilidade, apresentou um grande aumento devido à adição de farinha de pinhão, com diferença significativa a 5% de probabilidade. Conforme o especificado pelo ICTA (2012) o valor da configuração média da curva P/L para a produção de pães encontra-se entre 0,6 e 1,5 mm/mmH₂O, assim as amostras FT, F5 e F10 podem ser qualificadas como potenciais farinhas para panificação. Já as demais amostras (F15, F20 e F25) não se enquadram nesses parâmetros, tais resultados foram semelhantes a Sudha, Vetrmani e Leelavathi (2007) em seus estudos de avaliação do efeito das fibras de cereais (trigo, arroz, aveia e cevada) em farinhas panificáveis. Portanto quanto maior a concentração de farinha de pinhão na farinha mista, mais tenaz (P) e menos extensível (L) se tornou a massa em relação à massa FT, tal fato ocorreu provavelmente pela interação das fibras da farinha de pinhão com as proteínas da farinha de trigo que podem tornar a massa mais tenaz em acordo com estudos de Sudha; Vetrmani; Leelavathi (2007).

3.4.3 Número de queda

Todas as farinhas apresentaram número de queda próximos do valor ótimo para panificação ($p < 0,05$), ou seja, entre 200 e 300 segundos (Tabela 6). Estes resultados estão relacionados com a atividade enzimática que influencia no volume e textura final dos pães, sendo que farinhas com número de queda inferior a 300s produzem pães pesados, com baixo volume e miolo pegajoso (BARNARD, 2001). Com o aumento de farinha de pinhão na farinha mista houve uma redução no número de queda, esse comportamento foi semelhante ao relatado por Vetrmani,

Sudha e Rao (2005) em seus estudos com farinha de trigo com elevado grau de extração.

Tabela 6: Número de queda das farinhas.

Amostra	Número de queda (s)
FT	331,00 ± 1,00 ^a
F5	313,33 ± 3,70 ^b
F10	316,33 ± 4,16 ^b
F15	292,67 ± 4,93 ^c
F20	281,00 ± 4,35 ^d
F25	280,00 ± 4,58 ^d

NOTA: Farinha de trigo (FT) e farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

A F5 (313,33s) e F10 (326,33s) apresentaram um número de queda superior a 300 segundos e próximo ao valor encontrado para FT (331s) e F15 (292,67s), tais valores encontram-se dentro da faixa ideal. Entretanto, ao verificar outros testes reológicos em que as farinhas mistas foram submetidas à medida que aumenta o teor de substituição de farinha de trigo por farinha de pinhão, diminui a estabilidade da massa (a partir de 10% de FP) e o tempo de desenvolvimento da massa até substituição de 10% de FP não altera as características panificáveis. Assim, quanto maior concentração de FP menor é a absorção de água por possuir granulometria mais grossa conforme observado a partir de F15. O número de queda sem modificar as características do glúten foi observada da FT, F5 e F10.

4 CONCLUSÃO

A farinha de trigo ao ser substituída parcialmente pela farinha de pinhão teve sua distribuição granulométrica alterada, produzindo farinhas mistas com granulometria mais grossa e de coloração mais escura. Assim, a granulometria mais grossa devido ao aumento na concentração de FP reduziu a absorção de água a partir da substituição de 15%.

A mistura de farinha de trigo e de pinhão aumenta o teor de fibra bruta e reduz a qualidade tecnológica como: estabilidade, extensibilidade força e tempo de desenvolvimento da massa e pelo aumento da tenacidade e pelo índice de tolerância à mistura, nas farinhas mistas a partir de 10% de substituição da farinha de trigo por farinha de pinhão.

Assim, para a obtenção de características desejáveis das farinhas mistas para produção de pães com substituição superior a 10%, sugere-se o uso de aditivos como glúten e melhorador de farinha ou até mesmo adequações no processamento.

REFERÊNCIAS

AGYARE, K. K.; ADDO, K.; XIONG, Y. L.; AKOH, C. C. Effect of structured lipid on alveograph characteristics, baking and textural qualities of soft wheat flour. **Journal of Cereal Science**, v. 42, p. 309–316, 2005.

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 10^a ed. St. Paul, 2000.

AMMAR, M. S.; HEGAZY, A. E.; BEDEIR, S. H. Using of Taro Flour as Partial Substitute of Wheat Flour in Bread Making. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, v. 4, n. 2, p. 94-99, 2009.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th. ed. Gaithersburg. 2005. Revisão 2011.

BARNARD, A. Genetic diversity of South African winter wheat cultivars in relation to preharvest sprouting and falling number. **Euphytica**, v.119, p. 107–110, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova o Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Instrução Normativa N° 8, 06/2005. **Diário Oficial da União**, seção 1. Brasília-DF, 2005.

CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, 2004.

DENNETT, A. L.; TRETHOWAN, R. M. Milling efficiency of triticale grain for commercial flour production. **Journal of Cereal Science**, v. 57, p. 527-530, 2013.

DOXASTAKISA, G.; ZAFIRIADISB, I.; IRAKLIB, M.; MARLANIB, H.; TANANAKIB, C. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. **Food Chemistry**, v. 77, p. 219–227, 2002.

EL-DASH, A.; CAMPOS, J.E.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas**. Uso de Farinha Mista de Trigo e Sorgo na Produção de Pães. v.4. Brasília: Embrapa, 1994.

GAINES, C. S. Influence on Chemical and Physical Modification of Soft Wheat Protein on Sugar-Snap Cookie Dough Consistency, Cookie Size, and Hardness. **Cereal Chemistry**, v.67, n. 1, p. 73-77, 1990.

HRUSKOVA, M.; SMEJDA, P. Wheat Flour Dough Alveograph Characteristics Predicted by NIRSystems 6500. **Czech Journal Food Science**, v.21, n.1, p. 28–33, 2003.

ICTA. Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Avaliação de farinha de trigo**. 2012.

MONDAL, A.; DATTA, A. K. Bread baking – A review. **Journal of Food Engineering**, v.86, p. 465–474, 2008.

PIZZINATTO, A.; CAMPAGNOLLI, D. M. F. **Avaliação e controle de qualidade da farinha de trigo**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 1993.

REHMAN, S.; PATERSON, A.; HUSSAIN, S.; MURTAZA, M. A.; MEHMOOD, S. Influence of partial substitution of wheat flour with vetch (*Lathyrus sativus* L) flour on quality characteristics of doughnuts. **LWT - Food Science and Technology**, v.40, p. 73-82, 2007.

SHITTU, T. A. RAJI, A. O.; SANNI, L.O. Bread from composite cassava-wheat flour: I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. **Food Research International**, v.40,p.280–290, 2007.

SUDHA, M. L.; VETRIMANI, R.; LEELAVATHI, K. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. **Food Chemistry**, v. 100, p.1365–1370, 2007.

TORBICA, A.; HADNADEV, M.; HADNADEV, T. D. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. **Food Research International**, v. 48 p. 277–283, 2012.

VETRIMANI,R.; SUDHA, M. L.; RAO, P. H. Effect of extraction rate of wheat flour on the quality of vermicelli. **Food Research International**. v. 38, n. 4, p. 411–416, 2005.

ZUCCO, F.; BORSUK, Y.; ARNTFIELD, S. D. Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. **LWT - Food Science and Technology**, v.44, p. 2070-2076, 2011.

**CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO DO EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE FARINHAS
MISTAS DE TRIGO E PINHÕES (SEMENTES DE *Araucaria angustifolia*) NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSORIAIS DE PÃES**

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da utilização de farinha mista de trigo e pinhão nas proporções de 100:00 (FC), 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25) nas características físicas e sensorial de pães. Os pães produzidos com a farinha mista com maior proporção de pinhão apresentaram cor mais escura, bem como redução de volume específico e maior firmeza, indicando enfraquecimento da estrutura da massa, com prejuízo para a capacidade de retenção de gases (CO₂), provenientes da fermentação. No teste sensorial de aceitação foram avaliados os atributos de cor, sabor, textura e aceitação global, onde todos os pães obtiveram escores superiores a 6 (“gostei ligeiramente”), indicando boa aceitação das formulações. As formulações que apresentaram maior aceitação global foram as F5 (7,47) e F10 (7,29) quando comparadas à formulação controle (7,43), e com relação ao sabor a aceitação foi boa (7,30) para ambas as formulações. Os julgadores apresentaram atitude positiva quanto à intenção de compra para a F5, em termos percentuais 21% dos consumidores adquiririam esses pães. Apesar das formulações F5, F10, F15 e F20 apresentarem boa aceitação, somente a F5 e F10 apresentaram boas características para o processamento. Diante dos resultados obtidos pode-se afirmar que as formulações com menor percentual de substituição se aproximaram sensorialmente da formulação controle e possuem potencial de comercialização.

Palavras-Chave: *Araucaria angustifolia*. Farinha de trigo. Farinha de pinhão. Características físicas. Análise Sensorial.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of the use of wheat-*pinhão* flour blends in the proportions 100:00 (FC), 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) and 75:25 (F25) on physical and sensory characteristics of breads. The breads produced with the blends with a higher *pinhão* proportion showed a darker color. As well as reduction of specific volume and higher firmness, showing the weakening of the dough structure, with damage in the capacity retention of gases (CO₂) from the fermentation. In the sensory test of acceptance were evaluated the attributes color, taste, texture and global acceptance, where all the breads obtained scores above 6 ("liked slightly"), indicating good acceptability for the formulations. The formulations that had higher global acceptance were F5 (7,47) and F10 (7,29) compared to the control formulation (7,43), and the taste acceptance was good (7,30) for both formulations. The judges had a positive attitude in the purchase intention for F5, in percentage terms 21% of consumers would acquire these breads. Although the formulations F5, F10, F15 and F20 show good acceptance, however only the F5 and F10 showed good characteristics for processing. Based on these results it can be affirmed that the formulations with lower substitution approximate sensorially to the control formulation and have potential for commercialization.

Keywords: *Araucaria angustifolia*. Wheat flour. Pinhão flour. Physical characteristics. Sensory Analysis.

1 INTRODUÇÃO

O pão é um dos produtos de panificação mais populares e difundidos no mundo, sendo um item básico da dieta humana, com relatos de sua existência desde a era Neolítica (MONDAL, DATTA, 2008; SHIN; KIM; KIM, 2013; DALL'ASTA et al. 2013, HOBBS et. al, 2014). Em consequência do seu elevado consumo, o pão possui grande importância econômica e segundo o Programa de Apoio à Panificação - PROPAN (2014), a panificação está entre os maiores segmentos industriais do país, sendo sua participação na indústria de produtos alimentícios de 36,05%. Em 2012, as vendas de panificados cresceram 10,9% em média, proporcionando um faturamento anual em torno de R\$ 70,29 bilhões, descontada a inflação (PROPAN, 2014).

Este alimento é diferenciado em comparação a outros, pois é obtido a partir da fermentação dos açúcares da farinha de trigo com característica sensorial peculiar devido principalmente ao glúten (MONDAL, DATTA, 2008; DALL'ASTA et al. 2013). A qualidade do pão depende de várias características sensoriais como a textura, volume, cor e aroma as quais podem ser influenciadas pelo processamento, tipo da farinha e adição de outros ingredientes. (ROSSEL et al., 2009; DALL'ASTA et al. 2013).

Os ingredientes principais das massas de pão são farinha de trigo, água, sal, fermento e outros ingredientes como gordura, açúcar, ovos, leite, aditivos, entre outros (HO; AZIZ; AZAHARI, 2013). A proporção desses ingredientes na formulação varia de acordo com o tipo de pão que se deseja fabricar, uma vez que podem influenciar na maciez e textura dos produtos, aumentar a vida de prateleira, modificar o sabor e o valor nutricional dos pães (HO; AZIZ; AZAHARI, 2013; MONDAL, DATTA, 2008).

Recentemente, os consumidores e os profissionais de saúde demonstram preferências ao consumo de alimentos funcionais, de tal modo que um número crescente de novos produtos alimentares está sendo desenvolvidos e ofertados no mercado. Esta gama de alimentos é frequentemente escolhida de acordo com os benefícios que eles podem oferecer a saúde do consumidor, bem como o seu potencial de reduzir o risco de doenças. Entretanto, neste grupo de alimentos, os produtos de panificação são os mais aceitos pelos consumidores, assim o pão se transformou em uma alternativa promissora de ser um alimento funcional com base

na sua grande difusão e consumo (HELLYER; FRASER; FRASER, 2012; SANZ-PENELLA et. al, 2013). Neste contexto as indústrias e os pesquisadores estão buscando a otimização da tecnologia de panificação visando melhorar a qualidade, o sabor e a disponibilidade de compostos ativos, acrescentando ingredientes com propriedades nutricionais e funcionais a massa do pão (HELLYER; FRASER; FRASER, 2012; DALL'ASTA et al. 2013).

A semente da *Araucaria angustifolia*, o pinhão, de acordo com Cordenusi et al. (2004) além de ser amplamente difundida e consumida em países da América do Sul é um alimento rico em amido (36,28%), no entanto com baixa resposta glicêmica devida provavelmente ao seu elevado teor de amido resistente (9% do total de amido). O pinhão apresenta aspectos nutritivos que o tornam um ingrediente interessante para a linha de panificáveis.

A análise sensorial é uma técnica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. Para tanto, diversos testes são empregados entre eles o de aceitação e de ordenação da preferência (ABNT, 1993).

De acordo com Carneiro e Minim (2006) os testes de aceitação avaliam o produto ou produtos numa escala de aceitação de ordem ou avaliam os principais atributos que determinam a preferência ou aceitação do produto.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da utilização de farinhas mistas de trigo e pinhão nas características físicas e sensorial de pães em comparação com a formulação tradicional, avaliando também seu impacto sobre a aceitação e a intenção de compra pelo consumidor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIAS-PRIMAS

Foram utilizadas como matérias-primas farinha de trigo (FT), adquirida no comércio de Curitiba, e farinha integral de pinhão (FP) elaborada a partir de sementes de *Araucaria angustifolia*. As farinhas mistas foram preparadas em um misturador sendo que a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão ocorreu nas proporções de 100:00 (FC), 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25).

Na formulação base adotada neste estudo (Tabela 1) foram adicionados outros ingredientes: açúcar refinado, fermento biológico seco instantâneo, sal refinado e óleo de soja. A água teve sua quantidade ajustada de acordo com a necessidade da massa de cada formulação.

Tabela 1: Formulação base para a produção dos pães.

Ingredientes	Formulações (%) ⁽¹⁾					
	FC	F5	F10	F15	F20	F25
Farinha de Trigo	100	95	90	85	80	75
Farinha de Pinhão	0	5	10	15	20	25
Fermento biológico seco instantâneo	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Açúcar refinado	6	6	6	6	6	6
Sal refinado	2	2	2	2	2	2
Óleo de soja	3	3	3	3	3	3
Água	60	60 ⁽²⁾	60 ⁽²⁾	60 ⁽²⁾	60 ⁽²⁾	60 ⁽²⁾

NOTA: ⁽¹⁾ Ingredientes em relação a 100% do total de farinhas mistas; ⁽²⁾ Varia para cada formulação com base na absorção de água.

Formulação controle (FC) e formulações com farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25).

2.2 PRODUÇÃO DOS PÃES

O método utilizado para preparo da massa foi o direto, onde a mistura de todos os ingredientes é simultânea, com base no protocolo 10-10B da AACC (2000).

O tempo de mistura da massa foi de 20 minutos, visando o desenvolvimento do glúten, ou seja, a obtenção de uma massa homogênea e macia.

Logo após a mistura, a massa foi submetida à primeira fermentação por um período de 1 hora a 30°C, em estufa, marca Marconi modelo MA 035. Em seguida, a massa foi sovada, boleada, acondicionada em formas de dimensões (4,5 x 21,0 x

10,2 cm), e submetida à segunda fermentação nas mesmas condições da primeira. Após a segunda fermentação, a massa foi assada no forno elétrico Vipinho, modelo 045002126, marca Perfecta, por 20 min a 200°C.

Os pães assados foram resfriados em temperatura ambiente sendo que as análises físicas foram realizadas após uma hora de resfriamento e todos os testes de análise sensorial após 24h. Pães com 200 g de farinha mista foram utilizados para as análises físicas e os de 400 g para a avaliação das características sensoriais.

2.3 ANÁLISES FÍSICAS DOS PÃES

2.3.1 Cor da casca e miolo

Para a cor dos pães, crosta e miolo, foi utilizado um espectrofotômetro de reflectancia (Miniscan XE Plus, modelo 45/0-L, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA) com sistema CIE $L^*a^*b^*$ que consiste em três componentes de cores: (L^*) luminosidade, que varia de 0 (preto) a 100 (branco), (a^*), que varia de verde (negativo) a vermelha (positivo) e (b^*), que varia de azul (negativo) a amarela (positivo), as duas últimas não possuindo limites numéricos específicos. O ângulo do observador empregado foi de 10° e o iluminante D65. O equipamento foi calibrado utilizando-se padrões de cor fornecidos pelo fabricante (MacDOUGALL, 2000).

2.3.2 Volume específico

O volume específico dos pães foi calculado através da relação entre o volume aparente do pão assado e o seu peso. O peso do pão foi determinado em balança semi-analítica, marca Mettler Toledo e modelo PB 8001-S, pelo valor médio de três pães. O volume aparente foi realizado pelo método de deslocamento de sementes de painço (Método 10-05, AACC, 2000).

2.3.3 Firmeza dos pães

A análise de firmeza foi realizada em fatias de pão com 25 mm de espessura após 1 hora de resfriamento por teste de força de compressão (Método 74-10A,

AACC, 2000), utilizando-se o texturômetro (CT3, Brookfield, Middleboro, MA, USA), equipado com probe acrílico cilíndrico (TA 4/100) de 38,1 mm de diâmetro e base cilíndrica (TA-RT-KIT). A profundidade de penetração foi de 3,0 mm, a velocidade de 1 mm/s e os resultados foram expressos em Newton (N).

2.4 ANÁLISE SENSORIAL

Os pães elaborados com farinha mista foram submetidos à avaliação sensorial utilizando-se o teste afetivo de aceitação.

O teste foi previamente provado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Saúde/UFPR em 14/11/2012 (APÊNDICE 2).

2.4.1 Recrutamento dos julgadores

Para o recrutamento dos candidatos, foram afixados cartazes em vários locais do Centro Politécnico da UFPR, convidando toda a comunidade universitária a participar de uma análise sensorial de pães elaborados com farinhas mistas. Funcionários da Embrapa Florestas também participaram da análise sensorial (MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1999).

2.4.2 Seleção dos julgadores

Foram selecionados 115 julgadores não treinados dentre os membros da população de consumidores de pães e que possuíam disponibilidade e interesse em participar dos testes. Todos os julgadores receberam um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE 2) contendo informações referentes à pesquisa e concordando com a pesquisa, sendo solicitados a preencher seu nome completo e assinatura.

2.4.3 Avaliação sensorial das formulações de pães

O julgamento pelos julgadores foi realizado individualmente em apenas uma sessão para cada formulação. Os julgadores receberam orientação do método e procedimento da avaliação dos pães elaborados antes de cada teste. Em todas as

sessões de teste, foi oferecido para cada julgador água mineral a temperatura ambiente, com o intuito de limpeza das papilas, e uma ficha para assinalar a sensação percebida.

As amostras foram servidas 24 horas após o preparo, de forma monádica e sequencial, utilizando-se um delineamento de blocos completos balanceados para que todos os julgadores provassem todas as amostras, as quais foram devidamente identificadas com números aleatórios de três dígitos (MacFIE et al., 1989).

2.4.4 Teste de aceitação

A aceitação das amostras foram verificadas por um teste afetivo onde os julgadores avaliaram a cor, a textura, o sabor e aceitação global atribuindo notas com uso da escala hedônica estruturada de 9 pontos, ancoradas em extremos “gostei muitíssimo” (9) a “desgostei extremamente” (1), indicando o quanto gostou ou desgostou de cada preparação avaliada conforme NBR 14141 (ABNT,1998; MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1999) (APÊNDICE 3).

2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com três repetições. Os resultados de cor, textura e volume foram avaliados por análise estatística univariada (análise de variância - ANOVA) e pós-testes de médias de Duncan utilizando-se o software Statistica 7.0.

Para os testes de aceitação, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e avaliados pelo teste de F. Quando os resultados apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as médias, foram comparados pelo pós-teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$) (MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1999).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISES FÍSICAS DOS PÃES

3.1.1 Cor da crosta e miolo

A crosta e o miolo dos pães da formulação controle apresentaram-se mais claros quando comparados às demais formulações, fator evidenciado pela redução nos valores de luminosidade e maior tendência ao vermelho, indicando que a pigmentação mais escura da farinha de pinhão interferiu na cor dos pães (Figura 1 e Tabela 2).

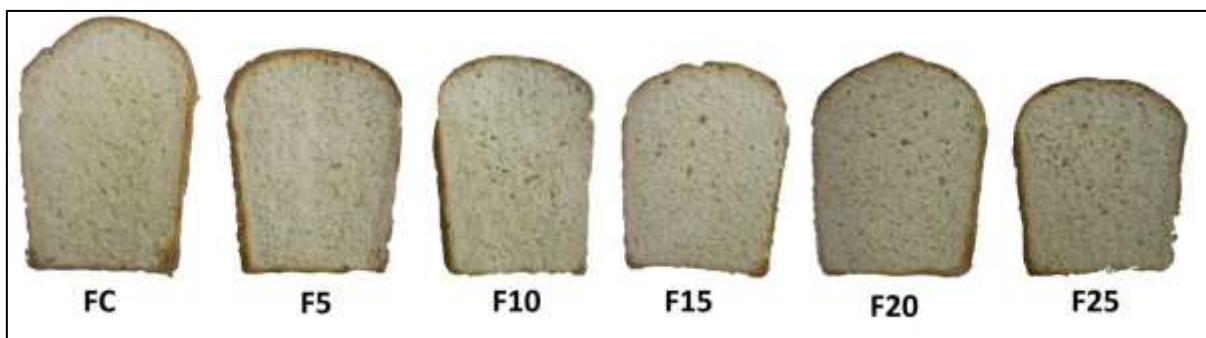


Figura 1: Apresentação dos pães fatiados da formulação controle (FC) e das formulações com farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25).

Tabela 2: Coordenadas de cromaticidade L* a* b* da crosta e miolo dos pães.

Formulações	Coordenadas de cromaticidade		
	L	a*	b*
Cor da crosta			
FC	52,38 ± 1,31 ^{ab}	14,93 ± 0,27 ^a	28,57 ± 0,84 ^c
F5	50,99 ± 3,60 ^{ab}	15,08 ± 0,72 ^a	31,36 ± 0,13 ^b
F10	50,53 ± 2,83 ^{ab}	15,20 ± 0,27 ^a	32,14 ± 1,18 ^b
F15	49,69 ± 0,84 ^{ab}	15,22 ± 0,24 ^a	31,35 ± 0,50 ^b
F20	49,37 ± 0,76 ^{ab}	15,30 ± 0,45 ^a	31,77 ± 0,07 ^b
F25	47,37 ± 3,17 ^b	15,39 ± 0,12 ^a	33,50 ± 0,48 ^a
Cor do miolo			
FC	81,21 ± 1,57 ^a	0,90 ± 0,33 ^c	20,84 ± 0,27 ^a
F5	80,17 ± 0,66 ^{ab}	0,87 ± 0,08 ^c	18,97 ± 0,72 ^b
F10	79,54 ± 0,49 ^{abc}	1,22 ± 0,04 ^b	17,96 ± 0,27 ^{bc}
F15	78,58 ± 1,63 ^{bc}	1,26 ± 0,21 ^b	17,67 ± 0,24 ^c
F20	78,07 ± 0,94 ^c	1,50 ± 0,14 ^b	16,85 ± 0,45 ^c
F25	75,37 ± 0,10 ^d	2,06 ± 0,07 ^a	17,82 ± 0,12 ^{bc}

NOTA: Formulação controle (FC) e formulações com farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram observados por Sanz-Penella et al. (2013) e Shin, Kim e Kim (2002) ao utilizarem farinha de amaranto e soja, respectivamente, no processamento de pães. Ambos verificaram que a crosta e o miolo de pães contendo farinhas mistas apresentaram tonalidade mais escura quando comparada ao pão controle à base de farinha de trigo.

De acordo com Ho, Aziz e Azahari (2013), as variações na coloração de pães produzidos com farinhas mistas se devem as reações de *Maillard* e caramelização, onde o aumento dessas reações ocorre devido à diferença no teor de proteínas e açúcares das farinhas adicionadas.

A farinha de pinhão é mais escura do que a farinha de trigo, sendo esperado que a casca e o miolo se apresentassem mais escuro com o aumento do teor dessa farinha na formulação dos pães.

3.1.2 Volume específico

Os volumes dos pães produzidos estão apresentados na Tabela 3 e Figura 1, pode-se observar que houve uma diminuição significativa no volume específico dos pães, de 4,25 a 2,83 g/cm³, nos pães em que houve substituições crescentes de farinha de pinhão em comparação à formulação controle. Ainda que a adição de farinha de pinhão tenha favorecido a diminuição do volume, o mesmo comportamento foi observado por Doxastakis et al. (2002) em pães com adição de farinha de inhame e soja e por Sanz-Penella et al. (2013) em pães com farinha de amaranto. Os autores atribuem tal fato a diluição do teor de glúten devido à inclusão de outra farinha, o que geralmente resulta enrijecimento da estrutura de miolo.

De acordo com o número de queda (cap.4) que avalia as características das farinhas mistas, pode-se observar que a F5 (313,33s) e a F10 (326,33s) apresentaram um número de queda superior a 300 segundos e próximo ao valor encontrado para FT (331s), e ainda a F15 (292,67s) também apresentou valor dentro da faixa ideal para panificação. Entretanto, através da análise de outros testes reológicos em que as farinhas mistas foram submetidas verifica-se que a medida que aumenta a substituição a estabilidade da massa diminui nas massas que utilizaram FP a partir de 10%. Já o parâmetro de tempo de desenvolvimento das massas com até 10% de FP não apresentou interferência nas características

panificáveis. O volume específico, conforme Tabela 3 e Figura 1 indicam que é possível produzir pães com até 20% de substituição.

Tabela 3: Volume específico dos pães elaborados com farinha de trigo e substituição parcial de farinha de trigo pela farinha de pinhão.

Formulações	Volume Específico (g/cm ³)
FC	4,25 ± 0,01 ^a
F5	3,74 ± 0,02 ^b
F10	3,45 ± 0,30 ^c
F15	3,39 ± 0,14 ^c
F20	3,33 ± 0,76 ^c
F25	2,83 ± 0,31 ^d

NOTA: Formulação controle (FC) e formulações com farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

3.1.3 Firmeza dos pães

A análise de firmeza (Tabela 4) demonstrou valor significativamente diferente e menor para a formulação controle, já a F25 apresentou valor significativamente diferente e maior, ambas em relação aos pães com adição de farinha de pinhão pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com Dall'Asta et al. (2013) e Hathorn et al. (2008) ao avaliarem a firmeza em pães contendo farinha de produtos ricos em amido como a castanha portuguesa e batata doce, respectivamente.

A textura de pães é um importante parâmetro indicador de qualidade, sendo uma das mais evidentes características observadas pelos consumidores e que influencia na aceitação do produto (ROSELL et al., 2009). Na literatura é comum o relato de que pães produzidos com farinhas mistas são suscetíveis ao aumento de firmeza e densidade, devido a uma série de fatores, tais como a diluição da matriz de glúten, rompimento da rede de glúten devido à presença de fibras, alterações nas ligações dissulfeto, além do aumento de absorção de água devido às fibras (SHIN; KIM; KIM, 2002; DALL'ASTA et al., 2013).

Tabela 4: Firmeza dos pães elaborados com farinha de trigo e substituição parcial de farinha de trigo pela farinha de pinhão.

Formulações	Firmeza (N)
FC	$2,04 \pm 0,01^c$
F5	$3,54 \pm 0,02^{bc}$
F10	$4,05 \pm 0,30^{bc}$
F15	$4,37 \pm 0,14^b$
F20	$4,51 \pm 0,76^b$
F25	$6,24 \pm 0,31^a$

NOTA: Formulação controle (FC) e formulações com farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade.

3.2 ANÁLISE SENSORIAL

3.2.1 Perfil do consumidor

Participaram do teste 115 consumidores sendo 51% mulheres e 49% homens. A faixa etária predominante foi entre 18 e 25 anos (56%), seguida da faixa entre 26 e 35 anos (30%), 36 e 45 anos (10%); 46 e 55 anos (3%) e > que 56 anos (2%), Figura 2.

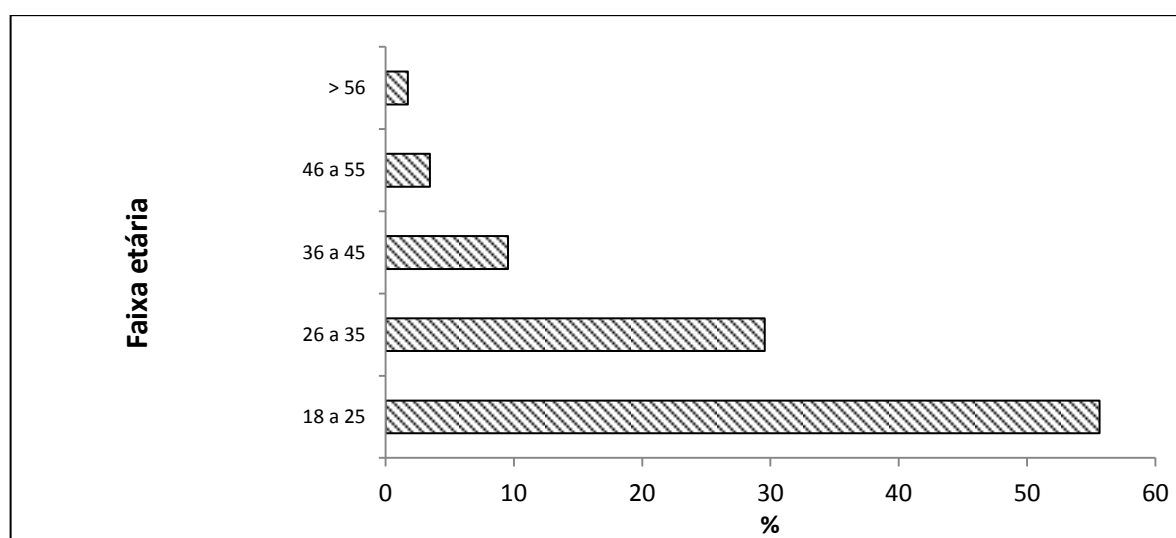


Figura 2: Faixa etária dos consumidores.

Quanto ao nível de escolaridade a maior parte dos entrevistados (52%) possuem superior incompleto, os demais tem pós-graduação completo (27%), pós-graduação incompleto (8%), ensino fundamental incompleto (6%), ensino médio completo (5%), superior completo (1%) e ensino médio incompleto (1%), Figura 3.

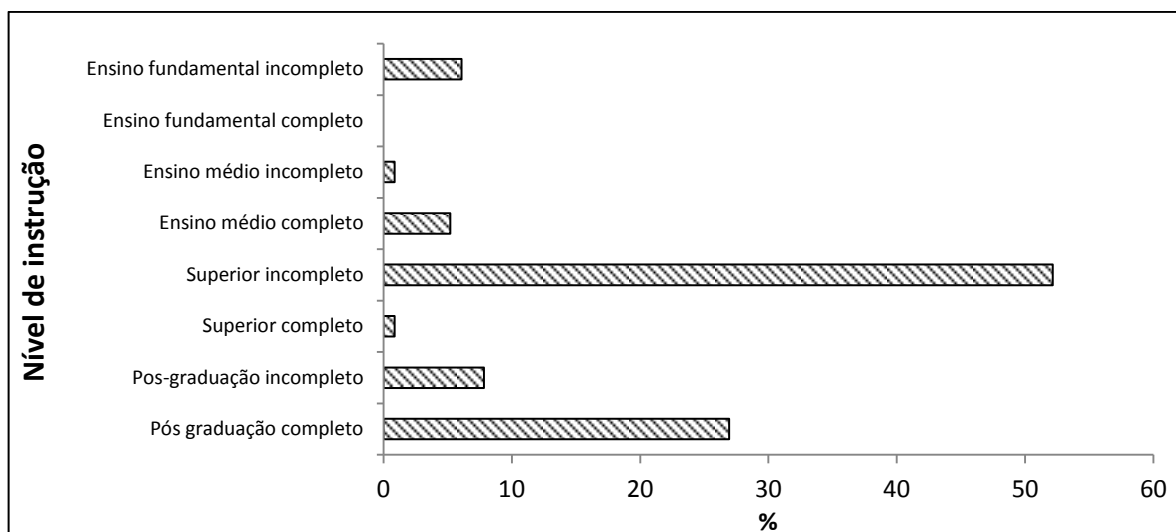


Figura 3: Nível de instrução dos consumidores.

Dentre os pães mais consumidos pelos entrevistados, o tradicional lidera a preferência da maioria (85%); em seguida estão o integral (51%), multigrãos (27%), centeio (24%) e outros tipos (3%), Figura 4.

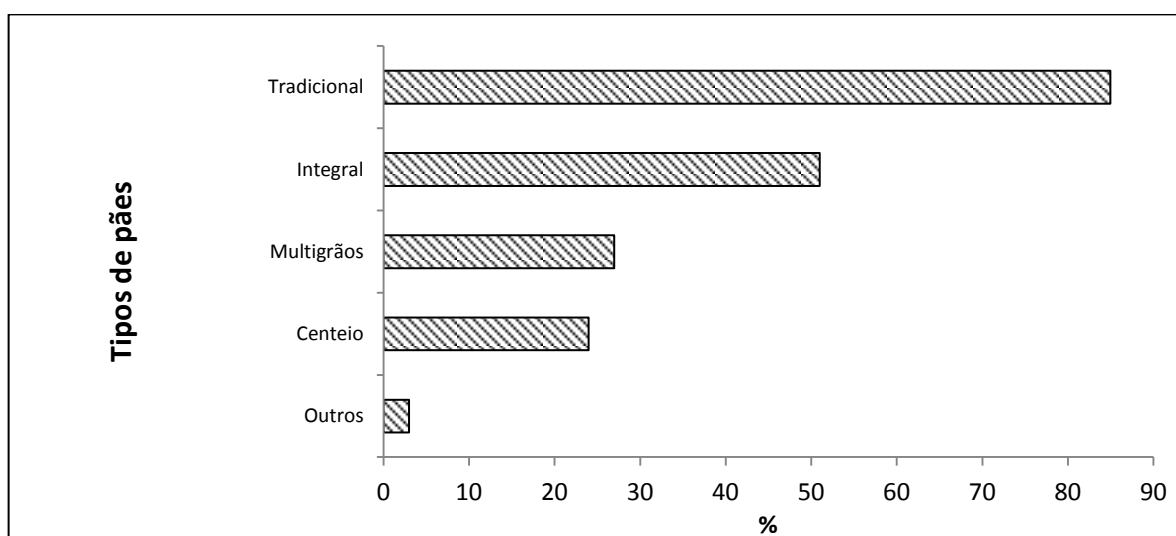


Figura 4: Tipos de pães mais consumidos.

Mais da metade dos entrevistados consome pães diariamente, 47% (1 vez ao dia), 37% (2 vezes por dia) e 3% (3 vezes ao dia). Ao redor de 11% ingere pães de em dias alternados na semana. Apenas uma pequena parte (1%) tem consumo quinzenal Figura 5.

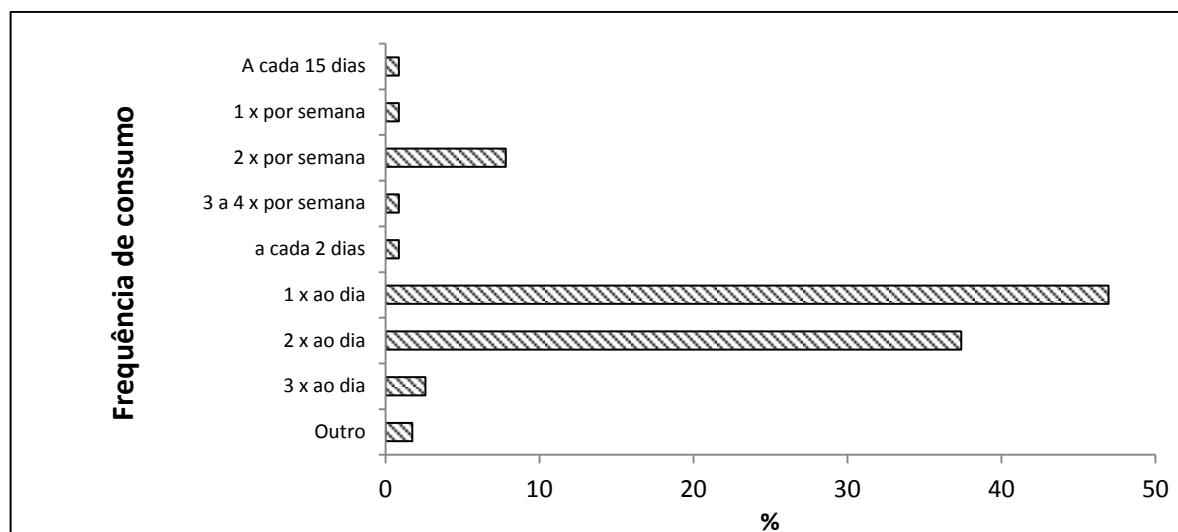


Figura 5: Frequência do consumo de pães.

3.2.2 Teste de aceitação

Conforme os dados apresentados na Tabela 5 todos os pães avaliados foram aprovados pelos consumidores, com notas superiores a 6 (região de aceitação na escala hedônica de 9 pontos), para os atributos de cor, sabor e textura.

Tabela 5: Médias obtidas com o teste de aceitação em relação à cor, sabor, textura e aceitação global dos pães elaborados com farinha de trigo e substituição parcial de farinha de trigo pela farinha de pinhão.

Formulações	Cor	Sabor	Textura	Aceitação Global
FC	7,97 ^a	7,27 ^a	7,30 ^a	7,43 ^{ab}
F5	7,51 ^{ab}	7,30 ^a	7,22 ^{ab}	7,47 ^a
F10	7,39 ^{bc}	7,30 ^a	7,11 ^{ab}	7,29 ^{ab}
F15	6,96 ^{cd}	6,95 ^a	6,91 ^{ab}	7,08 ^{ab}
F20	6,73 ^d	7,03 ^a	6,73 ^{ab}	7,14 ^{ab}
F25	6,50 ^d	6,87 ^a	6,87 ^{ab}	6,99 ^b

Formulação controle (FC) e formulações com farinhas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão nas proporções de 95:05 (F5), 90:10 (F10), 85:15 (F15), 80:20 (F20) e 75:25 (F25). N=115

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Para o atributo sensorial de cor, os pães das formulações FC, F5 e F10 foram os mais aceitos, sendo que a FC e a F10 não diferiram estatisticamente dos pães F5, recebendo notas médias acima de 7 (gostei moderadamente), corroborando com os parâmetros observados (menor L* e maior b*) para esses pães através da análise instrumental de cor (Tabela 2). Os pães F20 e F25 foram os menos aceitos quanto ao atributo de cor justificado pela análise instrumental de cor,

onde esses pães apresentaram miolo mais escuro e com maior intensidade de cor vermelha (Tabela 2), indicando que os julgadores desgostaram dessa característica.

O atributo sabor dos pães não apresentou diferença significativa, sendo as formulações F5 e F10 as mais aceitas, com notas médias acima de 7,30.

Em relação à textura dos pães, a formulação controle foi a mais aceita, com notas médias acima de 7, sendo estatisticamente igual aos pães das formulações F5, F10, F15, F20 e F25. No entanto, quando a firmeza foi avaliada instrumentalmente (Tabela 4), verificou-se que a firmeza da formulação F25 foi maior e estatisticamente diferente das demais formulações.

Em relação à aceitação global dos pães com adição de farinha de pinhão, as formulações F5, F10, F15 e F20 apresentaram maior aceitação e a formulação F25 foi a menos aceita, recebendo a menor média, indicando que os julgadores preferiram as formulações com menor teor de farinha de pinhão.

Apesar das formulações F5, F10, F15 e 20 terem tido boa aceitação, somente a F5 e F10 apresentaram boas características para o processamento, pois as farinhas de sua composição obtiveram melhores resultados em relação a maioria dos parâmetros reológicos estudados no CAPÍTULO 4, sendo eles: absorção, tempo de desenvolvimento, força, configuração média da curva P/L e número de queda.

Assim, as formulações mais aceitas e indicadas para o processamento de pães, sem a adição de aditivos de panificação, foram as com menor substituição da farinha de trigo por farinha de pinhão, estando de acordo com as características instrumentais avaliadas de cor e textura e, também corroborando com Ho, Aziz e Azahari (2013). Estes autores avaliaram as características físico-químicas e sensoriais de pães produzidos com farinhas mistas de trigo e banana e concluíram que a substituição da farinha de trigo por produtos ricos em amido ocasiona o escurecimento do miolo e casca, assim como o aumento da firmeza. No entanto Ho, Aziz e Azahari (2013) relatam que as formulações com menor substituição são as que mais de aproximam sensorialmente da formulação controle e são as mais indicadas a serem utilizadas na produção de pães.

3.2.3 Intenção de compra

Em termos percentuais 21% dos consumidores adquiririam os pães da formulação F5 processados com a menor taxa de substituição de farinha de trigo por farinha de pinhão, embora as demais formulações terem apontado intenção de compra iguais ou superiores a 10% (Figura 6).

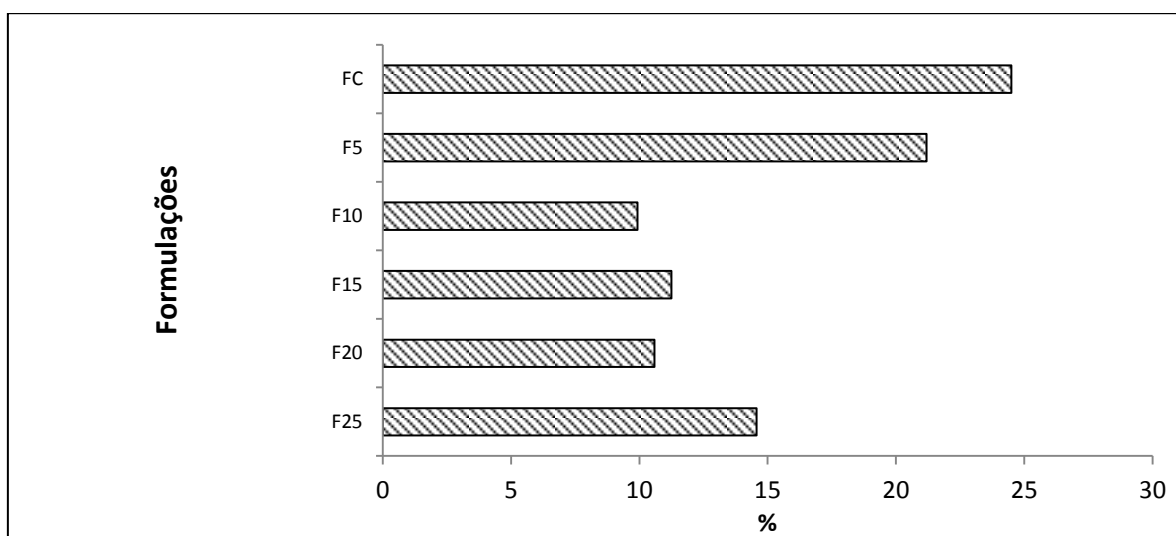


Figura 6: Intenção de compra dos pães.

4 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados mostraram que a maioria dos entrevistados consomem pães diariamente sendo que os pães com outros grãos e integral, embora sejam consumidos de forma mais esporádica, também são apreciados pelos consumidores.

As formulações com maior aceitação global dos pães com adição de farinha de pinhão foram as formulações F5 e F10, estas apresentaram melhores características para o processamento para a maioria dos parâmetros reológicos estudados (absorção, tempo de desenvolvimento, força, configuração média da curva P/L e número de queda) . Estes também estão de acordo com as características instrumentais avaliadas de cor e textura, por serem pães mais claros, macios e volumosos. Apesar da boa aceitação, ressalta-se que o pão de maior consumo dos julgadores é o tradicional, assim, a seleção de julgadores com maior aceitação de pão integral poderia alterar o panorama da análise sensorial.

Os julgadores apresentaram atitude positiva quanto à intenção de compra para a F5, em termos percentuais 21% dos consumidores adquiririam esses pães.

Diante dos resultados apresentados pode-se afirmar que as formulações com menor substituição (F5 e F10) se aproximam sensorialmente da formulação controle (FC) e possuem maior potencial de processamento sem adição de aditivos de panificação e comercialização.

REFERÊNCIAS

- AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 10^a ed. St. Paul, 2000.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**: NBR12806:1993. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**: NBR14141:1998. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Teste de ordenação em análise sensorial**: NBR13170:1994. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- CARNEIRO, J. D. S.; MINIM, V. P. R. Testes de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 51-65.
- CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, 2004.
- DALL'ASTA, C.; CIRLINI, M.; MORINI, E.; RINALDI, M.; GANINO, T.; CHIAVARO, E. Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and volatiles in bread making. **LWT - Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 233–239, 2013.
- DOXASTAKISA, G.; ZAFIRIADISB, I.; IRAKLIB, M.; MARLANIB, H.; TANANAKIB, C. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. **Food Chemistry**, v. 77, p. 219–227, 2002.
- HATHORN, C. S.; BISWAS, M. A.; GICHUHI, P. N.; BOVELL-BENJAMIN, A. C.; Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 5, p. 803–815, 2008.
- HELLYER, N. E.; FRASER, I.; FRASER, J. H. Food choice, health information and functional ingredients: An experimental auction employing bread. **Food Policy**, v. 37, n. 3, p. 232–245, 2012.

HO, L. H.; AZIZ, N. A. A.; AZAHARI, B. Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* Xbalbisiana cv. Awak) pseudo-stem flour. **Food Chemistry**, v. 139, n. 1–4, p. 532–539, 2013.

HOBBS, D. A.; ASHOURI, A.; GEORGE, T.W.; LOVEGROVE, J.A., METHVEN, L. The consumer acceptance of novel vegetable-enriched bread products as a potential vehicle to increase vegetable consumption. **Food Research International**, disponível online 24 Janeiro 2014 <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.038>>.

MacDOUGALL, D. B. **Colour in Food, improving quality**. Boca Raton: CRC Press, 2000. 381p.

MacFIE, H.J.H.; BRATCHELL, N. ; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, Malden, v. 4, p. 129-148, 1989.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. New York: CRC, 1999. 281 p.

MONDAL, A.; DATTA, A. K. Bread baking – A review. **Journal of Food Engineering**, v.86, p. 465–474, 2008.

PROPAN. **Programa de Apoio a Panificação. Perfil da Panificação**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://www.propan.com.br/perfilpanificacao.asp>>. Acesso em: 31 jul 2014.

ROSELL, C. M.; SANTOS, E.; SANZ PENELLA, J. M.; HAROS, M. Wholemeal wheat bread: A comparison of different breadmaking processes and fungal phytase addition. **Journal of Cereal Science**, v. 50, n. 2, p. 272–277, 2009.

SANZ-PENELLA, J. M.; WRONKOWSKA, M.; SORAL-SMIETANA, M.; HAROS, M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value, **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 679–685, 2013.

SHIN, D. J.; KIM, W.; KIM, Y. Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed, and roasted soy flour. **Food Chemistry**, v. 141, n. 1, p. 517–523, 2013.

APÊNDICES

**APÊNDICE 1 - RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E DE COR
DAS AMOSTRAS DE PINHÃO ARMAZENADOS**

Condições de Armazenamento	Período de Armazenamento (dias)						
	0	15	30	45	60	75	90
<i>Firmeza (N)</i>							
T1	19,25 ± 1,55 ^a	14,07 ± 2,36 ^a	10,28 ± 0,53 ^a	12,80 ± 1,77 ^a	16,67 ± 2,28 ^{al}	18,13 ± 0,37 ^a	18,18 ± 2,06 ^a
T2	20,09 ± 1,51 ^a	14,37 ± 1,81 ^a	13,70 ± 2,29 ^a	12,87 ± 2,47 ^a	11,46 ± 1,45 ⁱ	11,23 ± 1,07 ^{ab}	11,97 ± 1,98 ^a
T3	19,16 ± 2,21 ^a	17,84 ± 2,68 ^a	15,92 ± 2,01 ^a	13,90 ± 2,10 ^a	13,75 ± 2,28 ⁱ	13,08 ± 2,10 ^b	12,66 ± 2,03 ^a
<i>Atividade de água</i>							
T1	0,987 ± 0,00 ^a	0,986 ± 0,00 ^a	0,985 ± 0,00 ^a	0,976 ± 0,00 ^a	0,976 ± 0,00 ^a	0,973 ± 0,01 ^a	0,959 ± 0,02 ^a
T2	0,987 ± 0,00 ^a	0,986 ± 0,00 ^a	0,985 ± 0,00 ^a	0,978 ± 0,00 ^a	0,977 ± 0,00 ^a	0,977 ± 0,00 ^{ab}	0,977 ± 0,00 ^a
T3	0,987 ± 0,00 ^a	0,986 ± 0,00 ^a	0,984 ± 0,01 ^a	0,983 ± 0,01 ^a	0,983 ± 0,01 ^a	0,983 ± 0,00 ^b	0,981 ± 0,00 ^a
<i>Perda de massa (%)</i>							
T1	0,00 ± 0,00 ^a	10,09 ± 1,40 ^a	12,51 ± 2,10 ^a	17,55 ± 2,03 ^a	18,45 ± 2,62 ^a	19,27 ± 2,77 ^a	22,01 ± 2,81 ^a
T2	0,00 ± 0,00 ^a	6,42 ± 0,08 ^b	7,19 ± 0,42 ^b	8,82 ± 0,63 ^b	9,55 ± 0,84 ^b	11,09 ± 1,33 ^b	12,46 ± 1,38 ^b
T3	0,00 ± 0,00 ^a	0,36 ± 0,60 ^c	0,09 ± 0,01 ^c	0,15 ± 0,01 ^c	0,23 ± 0,02 ^c	0,30 ± 0,02 ^c	0,36 ± 0,02 ^c
<i>Umidade (%)</i>							
T1	58,14 ± 1,02 ⁱ	54,12 ± 1,88 ^a	53,99 ± 1,37 ^a	52,22 ± 2,62 ^a	41,26 ± 2,38 ^b	36,26 ± 2,19 ^b	33,64 ± 1,97 ^a
T2	56,31 ± 0,62 ⁱ	54,63 ± 2,19 ^a	53,93 ± 2,05 ^a	52,14 ± 2,47 ^a	47,47 ± 0,59 ^a	44,13 ± 2,31 ^a	43,62 ± 2,46 ^a
T3	57,37 ± 0,84 ^{al}	57,35 ± 1,10 ^a	57,29 ± 1,46 ^a	55,35 ± 0,38 ^a	49,27 ± 2,21 ^a	46,85 ± 1,06 ^a	46,41 ± 0,42 ^b
<i>Aviados (%)</i>							
T1	1,67 ± 2,09 ^a	16,76 ± 2,25 ^a	35,16 ± 3,03 ^a	51,07 ± 2,72 ^a	45,79 ± 3,07 ^a	52,99 ± 2,19 ^a	52,72 ± 2,33 ^a
T2	1,75 ± 2,04 ^a	11,55 ± 2,14 ^a	25,67 ± 2,08 ^b	31,41 ± 2,04 ^b	32,46 ± 2,82 ^b	37,24 ± 2,23 ^b	38,37 ± 2,78 ^a
T3	1,67 ± 2,08 ^a	6,01 ± 2,69 ^b	14,86 ± 1,60 ^c	20,84 ± 2,62 ^b	26,51 ± 2,19 ^b	21,81 ± 2,44 ^c	28,08 ± 3,09 ^b
<i>pH</i>							
T1	7,48 ± 0,01 ^a	7,44 ± 0,13 ^a	6,88 ± 0,08 ^a	6,90 ± 0,14 ^a	6,86 ± 0,03 ^a	6,82 ± 0,08 ^a	7,04 ± 0,14 ^a
T2	7,48 ± 0,01 ^a	7,43 ± 0,02 ^a	6,82 ± 0,10 ^a	6,82 ± 0,15 ^a	6,69 ± 0,09 ^b	6,77 ± 0,12 ^a	6,85 ± 0,10 ^a
T3	7,48 ± 0,01 ^a	7,28 ± 0,20 ^a	7,00 ± 0,14 ^a	6,87 ± 0,07 ^a	6,96 ± 0,11 ^a	6,91 ± 0,03 ^a	6,93 ± 0,03 ^a
<i>Açúcares solúveis (%)</i>							
T1	2,72 ± 0,10 ^a	2,79 ± 0,11 ^a	3,41 ± 0,45 ^a	3,91 ± 0,40 ^a	5,70 ± 0,59 ^a	6,11 ± 0,43 ^a	7,03 ± 0,19 ^a
T2	2,71 ± 0,10 ^a	2,59 ± 0,25 ^a	2,67 ± 0,21 ^b	3,62 ± 0,44 ^a	4,87 ± 0,52 ^{ab}	5,04 ± 0,21 ^b	6,37 ± 0,45 ^b
T3	2,71 ± 0,20 ^a	2,95 ± 0,16 ^a	3,21 ± 0,17 ^{ab}	3,4 ± 0,40 ^a	4,57 ± 0,77 ^b	5,58 ± 0,63 ^{ab}	5,98 ± 0,24 ^b
<i>Amido (%)</i>							
T1	35,03 ± 1,14 ^a	34,13 ± 1,45 ^a	29,16 ± 1,54 ^b	27,14 ± 0,42 ^b	22,07 ± 1,94 ^b	19,47 ± 0,89 ^c	19,16 ± 0,11 ⁱ
T2	35,40 ± 0,19 ^a	31,65 ± 0,47 ^b	29,16 ± 1,38 ^b	26,58 ± 0,12 ^{ab}	25,83 ± 0,65 ^a	24,10 ± 1,07 ^b	23,35 ± 1,05 ⁱ
T3	35,61 ± 1,41 ^a	35,44 ± 0,51 ^a	32,22 ± 0,40 ^a	28,14 ± 0,28 ^b	27,95 ± 0,40 ^a	26,94 ± 0,72 ^a	25,65 ± 0,74 ⁱ
<i>L (casca)</i>							
T1	6,57 ± 1,13 ^a	5,30 ± 0,96 ^a	1,91 ± 0,69 ^a	1,95 ± 1,06 ^a	1,36 ± 0,58 ^a	1,83 ± 0,64 ^{ab}	2,26 ± 0,01 ^{ab}
T2	7,25 ± 1,43 ^a	6,17 ± 2,46 ^a	2,86 ± 0,80 ^a	2,70 ± 0,80 ^a	2,47 ± 0,32 ^a	2,00 ± 0,69 ^a	2,70 ± 1,02 ^a
T3	7,50 ± 1,26 ^a	5,17 ± 0,96 ^a	2,97 ± 0,80 ^a	1,11 ± 0,88 ^a	1,21 ± 0,48 ^a	0,82 ± 0,23 ^b	1,02 ± 0,41 ^b
<i>a* (casca)</i>							
T1	11,93 ± 0,79 ^a	10,33 ± 2,40 ^a	5,76 ± 0,20 ^b	5,37 ± 1,47 ^{ab}	4,31 ± 2,05 ^a	5,14 ± 0,70 ^a	5,94 ± 0,32 ^a
T2	11,79 ± 0,25 ^a	10,17 ± 1,83 ^a	7,75 ± 1,63 ^{ab}	6,72 ± 0,80 ^a	5,85 ± 0,82 ^a	5,01 ± 0,84 ^a	6,10 ± 1,81 ^a
T3	13,08 ± 1,33 ^a	9,18 ± 0,26 ^a	8,53 ± 1,39 ^a	4,01 ± 0,80 ^b	4,28 ± 1,24 ^a	3,32 ± 0,72 ^b	4,08 ± 1,81 ^a
<i>b* (casca)</i>							
T1	8,18 ± 1,56 ^a	7,02 ± 2,29 ^a	3,56 ± 1,17 ^a	2,94 ± 1,51 ^{ab}	2,06 ± 0,88 ^a	2,85 ± 0,40 ^a	3,50 ± 0,07 ^{ab}
T2	9,51 ± 1,70 ^a	6,56 ± 0,17 ^a	4,52 ± 1,19 ^a	4,40 ± 1,39 ^a	3,78 ± 1,06 ^a	3,08 ± 0,50 ^a	4,20 ± 1,54 ^a
T3	8,90 ± 0,47 ^a	4,65 ± 1,68 ^a	4,69 ± 1,60 ^a	1,57 ± 0,53 ^{ab}	1,90 ± 0,47 ^a	1,25 ± 0,40 ^a	1,56 ± 0,72 ^b
<i>L (amêndoa)</i>							
T1	81,50 ± 0,42 ^a	79,28 ± 2,40 ^a	78,31 ± 1,19 ^b	78,35 ± 1,40 ^b	78,01 ± 1,19 ^a	78,32 ± 1,52 ^a	78,44 ± 1,43 ⁱ
T2	82,13 ± 0,47 ^a	81,91 ± 0,88 ^a	81,43 ± 0,63 ^a	81,35 ± 0,89 ^a	80,76 ± 0,54 ^a	80,27 ± 1,32 ^a	80,61 ± 1,13 ⁱ
T3	82,01 ± 1,89 ^a	81,77 ± 1,12 ^a	80,75 ± 0,89 ^a	80,34 ± 1,70 ^{ab}	80,54 ± 0,99 ^a	80,31 ± 0,42 ^a	80,37 ± 0,92 ⁱ
<i>a* (amêndoa)</i>							
T1	4,54 ± 0,14 ^a	4,51 ± 1,01 ^a	4,86 ± 0,59 ^a	4,43 ± 1,01 ^a	3,61 ± 0,39 ^a	3,69 ± 1,14 ^a	2,57 ± 0,86 ^a
T2	4,14 ± 0,10 ^a	3,95 ± 0,41 ^a	4,00 ± 0,16 ^a	3,87 ± 0,99 ^a	4,13 ± 0,46 ^a	4,63 ± 0,10 ^a	4,79 ± 0,87 ^a
T3	4,30 ± 0,78 ^a	4,23 ± 0,32 ^a	4,47 ± 1,14 ^a	4,89 ± 1,07 ^a	4,89 ± 1,11 ^a	5,39 ± 0,40 ^a	5,56 ± 0,96 ^a
<i>b* (amêndoa)</i>							
T1	16,64 ± 0,38 ^a	16,35 ± 0,41 ^a	16,22 ± 1,19 ^a	16,15 ± 1,19 ^b	16,08 ± 0,29 ^a	16,03 ± 0,90 ^b	16,38 ± 0,95 ^a
T2	16,99 ± 0,03 ^a	16,98 ± 0,69 ^a	17,09 ± 0,33 ^a	17,52 ± 0,47 ^a	17,50 ± 0,07 ^a	17,64 ± 0,85 ^a	18,17 ± 1,09 ^a
T3	16,65 ± 0,62 ^a	16,52 ± 0,32 ^a	16,33 ± 0,65 ^a	17,00 ± 0,33 ^{ab}	17,10 ± 1,53 ^a	17,50 ± 0,07 ^a	18,04 ± 0,92 ^a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade

APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu Fernanda Janaína Oliveira Gomes da Costa, pesquisadora da Universidade Federal do Paraná, estou convidando você da comunidade da Universidade Federal do Paraná a participar de um estudo intitulado "Avaliação, caracterização de amido de sementes de pinhão (*Araucaria angustifolia*) nativas do estado do Paraná e seu uso em um produto alimentício" realizando a análise sensorial de pães formulados com farinha de pinhão. Esta pesquisa está sendo realizada visando à busca de alternativas na utilização de pinhão.

a) O objetivo desta pesquisa é desenvolver formulações de pães com farinha de pinhão e verificar a aceitação dessas formulações através de uma equipe de julgadores.

b) Caso você participe da pesquisa, será necessário que compareça a uma sessão no Laboratório de Análise Sensorial, Usina Piloto bloco B, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná para participar da avaliação da aceitabilidade dos pães desenvolvidos com farinha de pinhão. A sessão poderá ser realizada entre os dias 26 e 27 de Junho de 2013, nos períodos das 9:30 às 11:00 e das 14:00 às 17:00.

c) Para tanto você deverá comparecer no Laboratório de Análise Sensorial, Usina Piloto bloco B, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná para participar da avaliação da aceitabilidade dos pães desenvolvidos com farinha de pinhão. Em cada sessão serão avaliadas seis amostras do produto desenvolvido. Cada sessão terá duração de aproximada de trinta minutos.

d) É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado a possibilidade de ocorrer alguma alergia.

e) Alguns riscos podem estar relacionados ao estudo, com possibilidade de ocorrer alguma alergia.

f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: obter as formulações mais adequadas para o preparo de pães com farinha de pinhão. No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico.

g) Os pesquisadores, Fernanda Janaína Oliveira Gomes da Costa, aluna do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, telefone 41-98072217 e-mail: fernandaogc@gmail.com e Profª. Drª. Nina Waszczynskyj, telefone 41-33367310, e-mail: ninawas@ufpr.br responsáveis por este estudo poderão ser contatados na Usina piloto Bloco A do Programa de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, das 07:30 às 11:30 e das 13:30 às 17:30 de segunda a sexta para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

h) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

i) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas pelos pesquisadores. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade.

j) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro. Você terá a garantia de que problemas como: alergia decorrentes do estudo serão assistidos pela Plus Santé (telefone: 41-33422525) atendimento de emergência contratado pela UFPR para o atendimento em qualquer local dos Campi. Após havendo necessidade de atendimento médico posterior você poderá agendar consulta no Casa III (Centro Politécnico – telefone: 41- 33613066 ou 41-33613643) ou Casa IV (Agrárias- telefone: 41-33505776 ou 41-33505777) no horário de atendimento das 07:00 às 18:00.

k) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, _____ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

(Assinatura do sujeito de pesquisa ou responsável legal)

(Assinatura do pesquisador)

Curitiba, / /

Rubricas:
Sujeito da Pesquisa e /ou responsável legal _____
Pesquisador Responsável _____
Orientador _____ Orientado _____

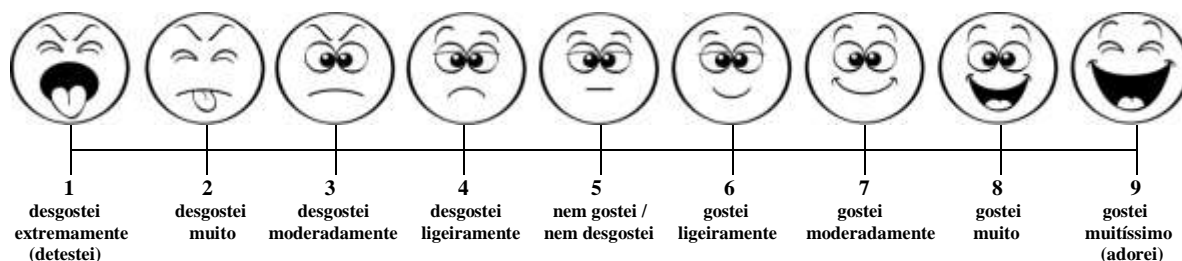
**Aprovado pelo Comitê de Ética
em Pesquisa do Setor de Ciências
da Saúde/UFPR.**

Em, 14 / 11 / 2012

**APÊNDICE 3 – TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA DE PÃES
PRODUZIDOS COM FARINHAS MISTAS DE TRIGO E PINHÃO**

TESTE DE ACEITAÇÃO

Por favor, prove as amostras de pães com farinha de pinhão codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou



	Número da amostra					
AMOSTRA						
Cor						
Sabor						
Textura						
Aceitação Global						

Comentários: _____

TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Você compraria pão com farinha de pinhão?

() Sim () Não

Se **sim**, qual amostra você compraria? _____

Comentários: _____